



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

BRUNO LEONARDO E SILVA

**ESTUDO DA CAPACIDADE E NÍVEL DE SERVIÇO DA RODOVIA
DR. ANTÔNIO LUIZ MOURA GONZAGA (SC-406)**

Florianópolis
2018

BRUNO LEONARDO E SILVA

**ESTUDO DA CAPACIDADE E NÍVEL DE SERVIÇO DA RODOVIA
DR. ANTÔNIO LUIZ MOURA GONZAGA (SC-406)**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado à banca examinadora do
Curso de Graduação em Engenharia
Civil da Universidade Federal de Santa
Catarina como parte dos requisitos para
a obtenção do título de Engenheiro
Civil.

Prof.º Orientador: Dr. Amir Mattar
Valente.

Florianópolis
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Silva, Bruno Leonardo e
Estudo da Capacidade e Nível de Serviço da Rodovia
Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga (SC-406) / Bruno
Leonardo e Silva ; orientador, Amir Mattar Valente,
2018.
125 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro
Tecnológico, Graduação em Engenharia Civil,
Florianópolis, 2018.

Inclui referências.


1. Engenharia Civil. 2. Engenharia de Tráfego.
3. Capacidade e Nível de Serviço de Rodovias. 4.
Highway Capacity Manual 2010. I. Valente, Amir
Mattar. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

BRUNO LEONARDO E SILVA

**ESTUDO DA CAPACIDADE E NÍVEL DE SERVIÇO DA RODOVIA
DR. ANTÔNIO LUIZ MOURA GONZAGA (SC-406)**

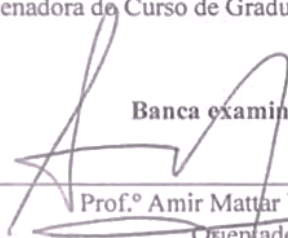
Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi julgado adequado para a obtenção do título de Engenheiro Civil, e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, novembro de 2018.



Prof.ª Luciana Rohde, Dr.ª
Coordenadora do Curso de Graduação de Engenharia Civil

Banca examinadora:



Prof.º Amir Mattar Valente, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.º Alexandre Hering Coelho, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Jorge Destri Junior, Dr.

Dedico este trabalho ao meu pai (in memoriam).

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos que contribuíram diretamente na construção deste trabalho:

Ao Prof.º Amir Mattar Valente, pela confiança, disponibilidade e orientação;

Ao Laboratório de Transportes e Logística (LabTrans/UFSC), o qual a estrutura física e acervos tecnológico e literário foram essenciais no desenvolvimento do trabalho, e onde, em especial, agradeço ao Roberto Cesar Felber Stosick, pela gentileza e solicitude ao tratar minhas questões, e também ao Jorge Destri Junior, pela presteza, disponibilidade, auxílio nas questões técnicas, e por aceitar compor a banca de avaliação deste trabalho;

Ao Departamento Estadual de Infraestrutura de Santa Catarina (DEINFRA-SC), e, em especial, ao Eng.º Adão Marcos França, da Gerência de Planejamento e Infraestrutura (GEPLA), pelo acervo de dados disponibilizados;

Ao Prof.º Alexandre Hering Coelho por gentilmente aceitar compor a banca examinadora do presente trabalho.

Agradeço também aos que se fizeram fundamentais em minha formação acadêmica, profissional e pessoal:

Em especial à minha mãe e irmãos, os quais sempre me apoiaram incondicionalmente, seja no decorrer de minha graduação, seja nos demais momentos da vida. Sempre serão essenciais em meu desenvolvimento enquanto pessoa;

Aos demais familiares, em especial à minha madrinha, a qual também pude contar com seu apoio irrestrito durante a graduação;

Aos amigos, os quais são muitos, mas cada um com sua importância ímpar, se fazendo presentes a seu tempo, nos bons e nos maus momentos. Agradeço, em especial, ao Bruno Marinho de Sousa, pelo apoio pessoal e profissional, e pela proximidade familiar;

À Vento Sul - Barco Solar UFSC, projeto de extensão e equipe de competição de embarcações movidas à energia solar fotovoltaica, onde pude ter um aprendizado riquíssimo e incalculável, fazendo diferença em minha formação enquanto engenheiro e postura profissional, e onde, em conjunto com os

demais colegas de equipe, pude representar a UFSC na conquista do título de Campeã Brasileira por dois anos consecutivos no Desafio Solar Brasil, principal competição nacional da categoria, e onde pude também representar a UFSC, UFRJ e o Brasil na competição internacional Dutch Solar Challenge. Em especial agradeço ao Prof.º Dr. Orestes Estevam Alarcon, coordenador do projeto, pelos anos de confiança em minha liderança enquanto Capitão da equipe, e aos colegas de equipe, os quais muitos se tornaram amigos próximos;

Ao ex-colegas de UFSC Compete, entidade a qual é hoje uma realidade na UFSC devido ao trabalho incansável de todos os envolvidos, e tem como principal conquista a RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 87/2016/CUn, a qual regulamenta as equipes de competição na UFSC. O UFSC Compete é minha principal referência de persistência e comprometimento com o trabalho e exemplo de determinação na conquista de meus objetivos. Em especial agradeço ao Reitor Luiz Carlos Cancelier de Olivo (*in memorian*), e ao Pró-reitor de Extensão Rogério Cid Bastos, são deles também cada conquista do UFSC Compete;

Ao Departamento de Engenharia Mecânica (EMC), onde fui sempre bem recebido e o qual se tornou minha “segunda casa” na UFSC em meus anos na Vento Sul - Barco Solar UFSC - e UFSC Compete. Em especial agradeço ao Prof.º Dr. Rodrigo de Souza Vieira, ao Prof.º Dr. Lauro Cesar Nicolazzi, e ao Tadeu Butzge;

Ao Departamento de Engenharia Civil (ECV), minha “primeira casa” na UFSC, e aos professores do mesmo, os quais foram responsáveis por grande parte de minha formação enquanto engenheiro civil. Em especial agradeço ao Prof.º Cláudio Cesar Zimmermann, que acreditou e confiou em min e em meu trabalho em incontáveis momentos ao longo da graduação, ao Sálvio José Vieira, com quem pude ter um sólido aprendizado prático em topografia ao longo dos quatro semestres em que fui monitor no Laboratório de Ciências Geodésicas (LabCIG), e aos professores Rafael Augusto dos Reis Higashi, Leandro Fleck Fadel Miguel e Nora Maria de Patta Pilar, os quais, cada um à sua forma, fizeram diferença pessoal em minha formação. Agradeço também à Prof.ª Luciana Rohde e ao Marcos Eduardo Motta Irie, pela competência e cordialidade na tratativa de minhas questões, as quais muitas vezes extrapolaram a barreira dos casos corriqueiros;

Ao Prof.º Sérgio Peters agradeço de forma especial. Excelente professor, querido por todos que conheço, e onde a sensibilidade, zelo e oportunidade em relação as minhas questões foram essenciais para tornar possível a conclusão de minha graduação;

E por fim, pelas tratativas singulares e oportunidades, agradeço aos professores Jano d'Araujo Coelho, Luiz Augusto Saeger e Marcia Martins Szortyka.

*“Ó naus felizes, que do mar vago
Volveis enfim ao silêncio do porto [...]”
(Fernando Pessoa)*

RESUMO

A rodovia estadual Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga (SC-406), localizada na porção insular do município de Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina, é uma via importante que interliga a região da Lagoa da Conceição à região sul da ilha. O presente trabalho apresenta o estudo da capacidade e nível de serviço da rodovia, segundo o método *Highway Capacity Manual* 2010 (HCM 2010), segundo pesquisa de tráfego realizada na via ao longo do mês de maio de 2018. Foram estudados três cenários para a rodovia, todos eles com demandas de tráfego referentes ao horário de pico em dias de semana do mês de maio. São os cenários: o primeiro, considerando a presente seção transversal de pista simples da rodovia e demanda de tráfego atual (2018); o segundo, considerando a mesma seção transversal de pista simples do cenário anterior, mas com a demanda de tráfego projetada para um horizonte de projeto de 10 anos (2028); e o terceiro, considerando a seção transversal de pista dupla prevista no Plano Diretor de Florianópolis (Lei Complementar N. 482/2014, anexo C14), também com a demanda de tráfego projetada para um horizonte de projeto de 10 anos (2028). Por fim, os resultados obtidos são analisados, e na conclusão são apresentadas sugestões de trabalhos futuros no intuito de aperfeiçoar e/ou dar continuidade ao estudo apresentado aqui.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Critérios para determinar o nível de serviço de rodovias de pista simples de classe III.....	53
Tabela 2 – Critérios de arredondamentos dos valores de velocidade de fluxo livre (FFS).....	57
Tabela 3 – Valores da capacidade para rodovias de múltiplas faixas....	58
Tabela 4 – Critérios para estimar a velocidade de fluxo livre básica (BFFS) a partir da velocidade limite regulamentar da rodovia.	61
Tabela 5 – Comprimentos dos segmentos homogêneos.....	72
Tabela 6 – Resultados da contagem volumétrica de tráfego para o horário de pico.	76
Tabela 7 – Velocidade de Fluxo Livre (FFS).....	77
Tabela 8 – Cálculo do Fator de Expansão Diário (FD).	78
Tabela 9 – Cálculo do Fator de Expansão Semanal (FS).	79
Tabela 10 – Cálculo do Fator de Expansão Mensal (FM).....	80
Tabela 11 – Cálculo do Volume Médio Diário Anual de 2018.....	81
Tabela 12 – Cálculo da Taxa de Crescimento anual (T_{CR}).....	82
Tabela 13 – Volume Horário de Projeto (VHP) por segmento homogêneo, para 2018 e 2028, sentido A-B.....	82
Tabela 14 – Volume Horário de Projeto (VHP) por segmento homogêneo, para 2018 e 2028, sentido B-A.....	83
Tabela 15 – Densidade de pontos de acesso por segmento homogêneo.	84
Tabela 16 – Pista simples: dados geométricos e classe da rodovia.	87
Tabela 17 – Velocidade de Fluxo Livre (FFS).	88
Tabela 18 – Cálculo do $V_{d,ATS}$ (pc/h), demanda de tráfego para maio de 2018, sentido A-B.	88
Tabela 19 – Cálculo do $V_{d,ATS}$ (pc/h), demanda de tráfego para maio de 2018, sentido B-A.	89
Tabela 20 – Cálculo da velocidade média de viagem (ATS_d), demanda de tráfego para maio de 2018, sentido A-B.	90
Tabela 21 – Cálculo da Porcentagem da Velocidade de Fluxo Livre (PFFS), demanda de tráfego para maio de 2018, sentido A-B.	90
Tabela 22 – Capacidade direcional nas condições prevalecentes ($C_{d,ATS}$), demanda de tráfego para maio de 2018.....	91
Tabela 23 – Distribuição direcional do tráfego.	91

Tabela 24 – Capacidade total (C_{total}) na rodovia a partir da expansão dos dados de capacidade direcional ($C_{d, ATS}$) e distribuição do tráfego na rodovia, demanda de tráfego para maio de 2018.	92
Tabela 25 – Capacidade total (C_{total}) e capacidade direcional (C_d), demanda de tráfego para maio de 2018.	92
Tabela 26 – Capacidade da rodovia comparada com a demanda de tráfego nas condições básicas de modelagem, demanda de tráfego para maio de 2018.....	93
Tabela 27 – Nível de serviço (LOS) e percentual da velocidade de fluxo livre (PFFS), demanda de tráfego para maio de 2018, sentido A-B.	93
Tabela 28 – Volume horário de projeto (VHP) de maio de 2018, volume de tráfego nas condições básicas ($V_{d, ATS}$), capacidade (C_d) e nível de serviço (LOS), sentido de tráfego A-B.....	94
Tabela 29 – Relação entre volume e capacidade (V/C), sentido de tráfego A-B.	94
Tabela 30 – Pista simples: dados geométricos e classe da rodovia.	95
Tabela 31 – Velocidade de Fluxo Livre (FFS).....	95
Tabela 32 – Cálculo do $V_{d, ATS}$ (pc/h), demanda de tráfego estimada para maio de 2028, sentido A-B.	96
Tabela 33 – Cálculo do $V_{o, ATS}$ (pc/h), demanda de tráfego estimada para maio de 2028, sentido B-A.	97
Tabela 34 – Cálculo da velocidade média de viagem (ATS_d), demanda de tráfego estimada para maio de 2028, sentido A-B.	98
Tabela 35 – Cálculo da Porcentagem da Velocidade de Fluxo Livre (PFFS), demanda de tráfego estimada para maio de 2028, sentido A-B.....	98
Tabela 36 – Capacidade total (C_{total}) e capacidade direcional (C_d), demanda de tráfego estimada para maio de 2028.	99
Tabela 37 – Capacidade da rodovia comparada com a demanda de tráfego nas condições básicas de modelagem, demanda de tráfego estimada para maio de 2028.....	99
Tabela 38 – Nível de serviço (LOS) e percentual da velocidade de fluxo livre (PFFS), demanda de tráfego estimada para maio de 2028, sentido A-B.....	100
Tabela 39 – Volume horário de projeto (VHP) estimada para maio de 2028, volume de tráfego nas condições básicas ($V_{d, ATS}$), capacidade (C_d) e nível de serviço (LOS), sentido de tráfego A-B.	100
Tabela 40 – Relação entre volume e capacidade (V/C), sentido de tráfego A-B.	101

Tabela 41 – Pista dupla: dados geométricos e classe da rodovia.	102
Tabela 42 – Volumes Horários de Projeto (VHP) e Fatores de Hora Pico (PHF), ano 2028, sentido A-B.....	103
Tabela 43 – Velocidade de fluxo livre estimada (FFS), velocidade de fluxo livre básica adotada (BFFS) e fatores de ajuste utilizados.	104
Tabela 44 – Velocidade de fluxo livre (FFS) resultante para cada segmento homogêneo.....	105
Tabela 45 – Volume de tráfego nas condições básicas (V_p), demanda de tráfego estimada para maio de 2028, sentido A-B.	105
Tabela 46 – Densidade (D), velocidade operacional para o nível de demanda (S) e volume de tráfego nas condições básicas (V_p), sentido A-B.	107
Tabela 47 – Nível de serviço (LOS) e densidade (D), sentido A-B. ...	107
Tabela 48 – Volume horário de projeto (VHP) estimada para maio de 2028, volume de tráfego nas condições básicas (V_p), capacidade (C_d) e nível de serviço (LOS), sentido do tráfego A-B.....	108
Tabela 49 – Resultados da contagem volumétrica de tráfego para o horário de pico, incluindo bicicletas.	115
Tabela 50 – Volumes Médios Horários por Dia da Semana.	121
Tabela 51 – Volumes Diários de Tráfego: Carros de Passeio e Caminhões.	122
Tabela 52 – Volumes Diários de Tráfego: Semi-Reboques e Veículos Especiais.	123
Tabela 53 – Volumes Diários de Tráfego: Motos/Outros e Total Geral.	124
Tabela 54 – Volume Médio Diário em dias de semana (VMDd).....	124
Tabela 55 – Volumes Médios Diários Anuais e sua Composição.....	125
Tabela 56 – Informações Básicas do Posto de Coleta de Dados de Tráfego.....	125

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Conceitos de volume médio diário (VMDa), mensal (VMDm), semanal (VMDs) e em um dia da semana (VMDd).	34
Quadro 2 – Classes das rodovias de pista simples, segundo o HCM 2010.	42
Quadro 3 – Pista simples: condições básicas.	44
Quadro 4 – Descrição das situações de tráfego segundo o nível de serviço e classe da rodovia de pista simples.	45
Quadro 5 – Dados de entrada para rodovias de pista simples.	46
Quadro 6 – Características de rodovias de múltiplas faixas.	54
Quadro 7 – Condições básicas de modelagem do HCM 2010 para rodovias de múltiplas faixas.	55
Quadro 8 - Fatores que afetam a velocidade de fluxo livre (FFS)	55
Quadro 9 – Limitações e/ou condições não consideradas na modelagem do HCM 2010 para rodovias de múltiplas faixas.	57
Quadro 10 – Dados de entrada necessários sobre a demanda de tráfego em rodovias de múltiplas faixas.	59
Quadro 11 – Dados de entrada necessários sobre a infraestrutura de rodovias de múltiplas faixas.	60
Quadro 12 – Limites dos segmentos homogêneos.	73
Quadro 13 – Localização dos postos de contagem.	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sequências de cálculos do HCM 2010 para determinar a capacidade e o nível de serviço de rodovias de pista simples segundo a classe da rodovia.	43
Figura 2 – Pista simples: relação entre a Velocidade Média de Viagem (ATS) e a Taxa de Fluxo na Direção da Análise.....	44
Figura 3 – Critérios para determinar o nível de serviço (LOS) segundo a classe da rodovia de pista simples.....	46
Figura 4 – Fator de ajuste para largura de faixa e acostamento (f_{LS}). ...	48
Figura 5 – Fator de ajuste para densidade de pontos de acesso (f_A).....	48
Figura 6 – Fator de ajuste de greide ($f_{g, ATS}$) para terrenos em nível.	49
Figura 7 – Equivalente em carros de passeio para caminhões e ônibus (E_T) e veículos recreativos (E_R) para terrenos planos, ondulados ou greides específicos de descida.....	50
Figura 8 – Fator de ajuste devido a porcentagem de zonas de não ultrapassagem na direção da análise ($f_{np, ATS}$) para ATS.	51
Figura 9 – Sequências de cálculos do HCM 2010 para determinar o nível de serviço de rodovias de múltiplas faixas.....	54
Figura 10 – Relação entre velocidade e taxa de fluxo em rodovias de múltiplas faixas em suas condições básicas.	56
Figura 11 – Equações que descrevem a relação entre velocidade e taxa de fluxo em rodovias de múltiplas faixas em suas condições básicas.	56
Figura 12 – Nível de serviço (LOS) de rodovias de múltiplas faixas a partir de valores de densidade.	58
Figura 13 – Abrangência dos níveis de serviço (LOS) sobre a relação entre velocidade e taxa de fluxo em rodovias de múltiplas faixas em suas condições básicas.	59
Figura 14 – Redução na velocidade de fluxo livre (FFS) devido ao ajuste para largura de faixa (f_{LW}).	61
Figura 15 – Ajuste para desobstrução lateral (f_{LC}).	62
Figura 16 – Ajuste para densidade de pontos de acesso (f_A).	63
Figura 17 – Ajuste para o tipo de divisão (f_M).....	63
Figura 18 – Equivalente em carros de passeio (PCE) para caminhões e ônibus (E_T) e para veículos recreativos (E_R) nos casos de rodovia em terreno plano, ondulado ou montanhoso.	64
Figura 19 – Limites do Segmento Homogêneo 1 (SH1).	69
Figura 20 – Limites do Segmento Homogêneo 2 (SH2).	70
Figura 21 – Limites do Segmento Homogêneo 3 (SH3).	70
Figura 22 – Limites do Segmento Homogêneo 4 (SH4).	71

Figura 23 – Limites do Segmento Homogêneo 5 (SH5).....	71
Figura 24 – Limites do Segmento Homogêneo 6 (SH6).....	72
Figura 25 – Localização dos postos de contagem na via.	74
Figura 26 – Sinalização vertical de ultrapassagem proibida.	84
Figura 27 – Sinalização horizontal de ultrapassagem proibida.....	85
Figura 28 – Mapa topográfico da região.	86
Figura 29 – Seção transversal atual da via.....	113
Figura 30 – Ficha de contagem de tráfego utilizada na pesquisa.	117
Figura 31 – Seção transversal de pista dupla prevista.....	119

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Variação do Volume Horário (VH) diário de quarta-feira de maio de 2013.....	79
Gráfico 2 – Variação do volume Médio Diário (VMDd) semanal de maio de 2013.....	80

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	29
1.1	OBJETIVOS.....	30
1.1.1	Objetivos Gerais.....	30
1.1.2	Objetivos Específicos.....	31
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	33
2.1	VOLUME DE TRÁFEGO.....	33
2.1.1	Volume horário.....	33
2.1.2	Composição do tráfego.....	33
2.1.3	Volume médio diário (VMD).....	33
2.2	VARIAÇÕES DOS VOLUMES DE TRÁFEGO.....	34
2.2.1	Variação ao longo do dia.....	34
2.2.2	Variação semanal.....	35
2.2.3	Variação mensal.....	36
2.2.4	Variação anual.....	36
2.2.5	Variação segundo o sentido de tráfego.....	36
2.2.6	Variação segundo a faixa de tráfego.....	36
2.3	PESQUISAS DE TRÁFEGO.....	37
2.3.1	Contagem volumétrica.....	37
2.3.2	Pesquisa de velocidade média de viagem.....	38
2.4	FATORES DE EXPANSÃO.....	38
2.4.1	Fator de expansão diária (FD).....	38
2.4.2	Fator de expansão semanal (FS).....	39
2.4.3	Fator de expansão mensal (FM).....	39
2.5	PROJEÇÃO VOLUMÉTRICA.....	40
2.6	CAPACIDADE E NÍVEL DE SERVIÇO.....	41
2.7	MÉTODO HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2010.....	42
2.7.1	Rodovias de Pista Simples.....	42
2.7.2	Rodovias de múltiplas faixas.....	53
3	MÉTODO.....	67
3.1	PESQUISA DE TRÁFEGO.....	67
3.1.1	Determinação dos segmentos homogêneos.....	67
3.1.2	Consulta de dados de tráfego existentes.....	67
3.1.3	Contagem volumétrica do tráfego.....	67
3.1.4	Pesquisa da velocidade de fluxo livre.....	67
3.2	PROJEÇÃO VOLUMÉTRICA.....	68
3.3	DETERMINAÇÃO DA DEMANDA DE TRÁFEGO.....	68
3.4	DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE E NÍVEL DE SERVIÇO DA VIA.....	68
4	ESTUDO DE CASO.....	69

4.1	PESQUISA DE TRÁFEGO	69
4.1.1	Determinação dos segmentos homogêneos	69
4.1.2	Contagem volumétrica do tráfego	73
4.1.3	Pesquisa da velocidade média de viagem.....	76
4.1.4	Dados de tráfego do DEINFRA	77
4.2	CÁLCULO DA TAXA DE CRESCIMENTO DO TRÁFEGO	78
4.2.1	Fatores de expansão	78
4.2.2	Volume médio diário anual (VMDa)	81
4.2.3	Taxa de crescimento do tráfego (T_{CR}).....	82
4.3	DEMANDA DE TRÁFEGO.....	82
4.4	DENSIDADE DE PONTOS DE ACESSO.....	83
4.5	ZONAS DE NÃO ULTRAPASSAGEM.....	84
4.6	ELEVAÇÃO DO TERRENO	85
4.7	ESTUDO DA CAPACIDADE E NÍVEL DE SERVIÇO	87
4.7.1	Cenário 1: seção transversal de pista simples, demanda de tráfego 2018.....	87
4.7.2	Cenário 2: seção transversal de pista simples, demanda de tráfego 2028.....	95
4.7.3	Cenário 3: Seção transversal de pista dupla, demanda de tráfego 2028.....	102
5	CONCLUSÃO	109
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
	APÊNDICE A – SEÇÃO TRANSVERSAL ATUAL.....	113
	APÊNDICE B – VOLUMES DE TRÁFEGO COM BICICLETAS ..	115
	APÊNDICE C – FICHA DE CONTAGEM DE TRÁFEGO.....	117
	ANEXO A – SEÇÃO TRANSVERSAL PREVISTA	119
	ANEXO B – DADOS DE TRÁFEGO DO DEINFRA.....	121

1 Introdução

Segundo o “Plano de Ação Florianópolis Sustentável”, IBAM (2015), Florianópolis é capital e segundo município mais populoso do estado de Santa Catarina. A cidade é conhecida por sua qualidade de vida, e por possui belezas naturais que atraem milhares de turistas todos os anos, em especial nos meses de verão. Porém, com um crescimento populacional acelerado nas últimas décadas, devido em grande parte a migração de mão de obra qualificada atraída pela alta qualidade de vida da região, movimento que contribuiu para consolidar Florianópolis como um dos principais polos tecnológicos e de conhecimento do país, aliado a um fluxo cada vez mais intenso de turistas, trouxe para a cidade uma aguda pressão sobre o território e sua infraestrutura e serviços, especialmente no que tange ao abastecimento de água e esgotamento sanitário e à mobilidade.

Entre outros fatores, o sítio urbano é um importante fator na compreensão do desafio da mobilidade urbana em Florianópolis. O município possui seu território dividido, uma parte continental, e a outra parte insular. Devido as características geográficas da ilha, e também devido a forma fragmentada que ocorreu a ocupação do solo nesta, fez com que a mobilidade em Florianópolis fosse se afirmando no uso intensivo do automóvel particular, e no transporte coletivo apoiado exclusivamente no modal ônibus, o que culminou em uma taxa de motorização no município de 2,32 pessoas por automóvel. Dentre as características geográficas da ilha, algumas das mais marcantes são: sua forma bastante alongada no sentido Norte-Sul; forte presença de cadeias de morros; possui uma extensa laguna, denominada Lagoa da Conceição; possui ainda uma lagoa, a Lagoa do Peri.

A rodovia estadual Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga (SC-406) está localizada na porção insular de Florianópolis, sendo esta uma importante ligação entre a região da Lagoa da Conceição e a região sul da ilha. Apesar de contar com estrutura original condizente com uma rodovia de fluxo ininterrupto, a via está inserida no bairro Rio Tavares, o qual se desenvolveu as margens da rodovia, trazendo uma elevada presença de travessias de pedestres, lombadas, pontos de acesso, entre outras características condizentes com uma via de tráfego local.

O presente trabalho apresenta o estudo da capacidade e nível de serviço da rodovia, enquanto via de fluxo ininterrupto, segundo o método *Highway Capacity Manual* 2010 (HCM 2010). Para tal, foi realizada pesquisa de tráfego na rodovia no horário de pico em dias de semana do mês de maio de 2018. Dados de pesquisa de tráfego realizada na via em

2013 pelo DEINFRA foram utilizados para encontrar uma taxa de crescimento do tráfego, a qual serviu de base para estimar a demanda de tráfego futuro na rodovia, em um horizonte de projeto de 10 anos, logo, a demanda de tráfego futuro refere-se ao horário de pico em dias de semana do mês de maio de 2028. De posse dos dados, foram analisados três cenários: o primeiro, considerando as presente seção transversal de pista simples da rodovia e demanda de tráfego atual (2018); o segundo, considerando a mesma seção transversal de pista simples do cenário anterior, mas com a demanda de tráfego projetada para um horizonte de projeto de 10 anos (2028); e o terceiro, considerando a seção transversal de pista dupla prevista no Plano Diretor de Florianópolis (Lei Complementar N. 482/2014, anexo C14), também com a demanda de tráfego projetada para um horizonte de projeto de 10 anos (2028). Por fim, os resultados obtidos foram analisados, e na conclusão são apresentadas sugestões de trabalhos futuros no intuito de aperfeiçoar e/ou dar continuidade ao estudo apresentado aqui.

Por se tratar de um trabalho de conclusão de curso, houveram limitações para a realização do estudo, como por exemplo recursos humano e financeiro limitados e prazo possível para a realização da pesquisa de tráfego limitado ao mês de maio de 2018. Outros fatores limitantes foram devido ao *Highway Capacity Manual* 2010 (HCM 2010) ser um método desenvolvido com foco nas rodovias estadunidenses. As citadas limitações do estudo culminaram na necessidade de simplificações e adaptações no trabalho, as quais são apontadas, justificadas e explanadas no decorrer do mesmo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivos Gerais

Este trabalho tem como objetivos estudar a capacidade e nível de serviço da Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga, enquanto via de fluxo ininterrupto, através do método *Highway Capacity Manual* 2010 (HCM 2010), para a demanda de tráfego realizada na via no horário de pico, em dias de semana, do mês de maio de 2018. Outro objetivo do trabalho é o de estudar a capacidade e nível de serviço da rodovia, também pelo HCM 2010, utilizando a demanda de tráfego da pesquisa realizada projetada para um horizonte de projeto de 10 anos (2028), considerando a hipótese de seção transversal de pista simples atual da via e hipótese de seção transversal de pista dupla prevista no Plano Diretor de Florianópolis (Lei Complementar N. 482/2014, anexo C14).

1.1.2 Objetivos Específicos

- Definição dos segmentos homogêneos e postos de pesquisa de tráfego da Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga.
- Pesquisa do tráfego nos segmentos homogêneos identificados através de contagens volumétricas manual classificatória e direcional, no horário de pico, em dias de semana não atípicos do mês de maio de 2018.
- Pesquisa de dados de tráfego existentes da rodovia e cálculo dos fatores de expansão e taxa de crescimento do tráfego na região.
- Cálculo dos volumes de projeto nos segmentos homogêneos para um horizonte de projeto de 10 anos (2028).
- Estudo das densidades de pontos de acesso, zonas de não ultrapassagem e elevação do terreno nos segmentos homogêneos.
- Análise dos resultados e sugestão de trabalhos futuros que complementem e/ou aperfeiçoem este trabalho de conclusão de curso.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 VOLUME DE TRÁFEGO

2.1.1 Volume horário

Segundo o DNIT/IPR (2006), o conceito de volume horário (VH) é utilizado para analisar as variações do fluxo de tráfego durante o dia. O VH representa o número total de veículos trafegando em uma via em uma determinada hora.

Para o dimensionamento dos detalhes geométricos das vias e interseções, determinação de níveis de serviço, entre outros usos, o volume utilizado é designado como volume horário de projeto (VHP).

2.1.2 Composição do tráfego

Segundo o DNIT/IPR (2006), o volume de tráfego é composto por veículos de diferentes tamanhos, peso e velocidade, o que torna essencial o conhecimento de tal composição do tráfego, os quais influenciam na capacidade, nas características geométricas, no dimensionamento do pavimento da via.

2.1.3 Volume médio diário (VMD)

Segundo o DNIT/IPR (2006), o volume médio diário (VMD) representa a média dos volumes de veículos que circulam em um trecho da via durante o período de 24 horas, sendo que o mesmo é computado para o período de um ano, exceto quando indicado outro período. O VMD é utilizado para indicar a necessidade de novas vias ou melhorias nas já existentes, determinar a prioridade de investimentos, estimar benefícios esperados em uma obra viária, entre outros usos. O VMD, conceitualmente, pode representar um volume médio diário anual (VMDa), mensal (VMDm), semanal (VMDs), e em um dia da semana (VMDd), sendo os significados de tais conceitos expressos no Quadro 1. O VMDa é o conceito de maior importância, e pode ser chamado simplesmente de VMD. Os demais conceitos são geralmente utilizados na determinação do VMD, após serem projetadas e ajustadas. A unidade de medida utilizada em todos os conceitos é o veículo por dia (vpd).

Quadro 1 – Conceitos de volume médio diário (VMDa), mensal (VMDm), semanal (VMDs) e em um dia da semana (VMDd).

VMDa	Número total de veículos trafegando em um ano dividido por 365.
VMDm	Número total de veículos trafegando em um mês dividido pelo número de dias do mês. É sempre acompanhado pelo nome do mês a que se refere.
VMDs	Número total de veículos trafegando em uma semana dividido por 7. É sempre acompanhado pelo nome do mês a que se refere. É utilizado como uma amostra do VMDm.
VMDd	Número total de veículos trafegando em um dia de semana. Deve ser sempre acompanhado pela indicação do dia de semana e do mês correspondente.

Fonte: DNIT/IPR (2006).

2.2 VARIAÇÕES DOS VOLUMES DE TRÁFEGO

Segundo o DNIT/IPR (2006), a variação do fluxo de tráfego é um importante fator, sendo que a variação pode ocorrer dentro da hora, do dia, da semana, do mês, do ano, além de, no mesmo local, variar segundo o sentido e a faixa de tráfego da análise, sendo os conceitos destes expressos nos tópicos a seguir.

2.2.1 Variação ao longo do dia

Os volumes horários de tráfego variam ao longo do dia, sendo que os pontos máximos acentuados desta variação são chamados de pico, sendo que os eventos mais relevantes do tráfego deverão ocorrer nos horários onde ocorrem esses picos. A precisão da estimativa do tráfego para o dia todo, calculado a partir da expansão da contagem do tráfego para algumas horas, dependerá do conhecimento dos padrões da flutuação dos volumes.

2.2.1.1 Horas de pico

As horas de pico variam de local para local, mas tendem a se manter estáveis em um mesmo local, no mesmo dia da semana. O volume na hora de pico, em um mesmo local, varia dentro da semana e ao longo do ano.

Como não é comum se dispor de contagens durante o ano todo, é de suma importância o conhecimento dos períodos de pico para poder determinar os volumes da hora de projeto. Como cada dia do ano possui

seu próprio período de pico, e considerando que o ano tem 365 dias, logo o volume horário de projeto será de valor muito próximo à um dos volumes de pico do ano. Sendo-se assim, pode-se efetuar uma contagem em um período de uma semana, por exemplo, determinar os volumes do período de pico nessa semana e então estimar o provável volume da hora de pico do ano, a partir da variação de postos de pesquisa permanentes eventualmente disponíveis, e a partir daí passar à determinação do volume horário de projeto (VHP).

2.2.1.2 Variações dentro da hora de pico

Os volumes de tráfego variam em cada período consecutivo de quinze minutos, sendo que a flutuação do tráfego entre tais períodos é medida pelo fator de hora pico (PHF), o qual mostra também o grau de uniformidade do referido fluxo.

O PHF é calculado através da Equação 2.1.

$$PHF = \frac{V_{hp}}{4 \times V_{15 \text{ máx}}} \quad (2.1)$$

Onde:

PHF = fator de hora pico.

V_{hp} = volume da hora de pico.

$V_{15 \text{ máx}}$ = volume do período de quinze minutos com maior fluxo de tráfego dentro da hora de pico.

Os valores do PHF variam entre 0,25, que representa um fluxo totalmente concentrado em um dos períodos de 15 minutos, e 1,00, que representa um fluxo completamente uniforme, sendo que o mais comum são valores de PHF na faixa de 0,75 a 0,90. Em áreas urbanas, é comum o valor do PHF se situar 0,80 a 0,98. PHF com valores acima de 0,95 indicam grandes volumes de tráfego, algumas vezes com restrições de capacidade durante a hora de pico.

2.2.2 Variação semanal

A variação dos volumes de tráfego ao longo da semana ocorre de forma distinta entre rodovias de acesso a áreas de recreio, rodovias rurais

e rodovias urbanas. As rodovias de acesso a áreas de recreio costumam ter seus volumes de pico aos finais de semana, de sexta-feira à domingo. As rodovias rurais também têm seus volumes de pico aos finais de semana, porém de forma menos acentuada. Já as rodovias urbanas geralmente concentram seus volumes de pico em dias de semana, de segunda a sexta-feira, sendo que os fluxos de tráfego nas terças, quartas e quintas-feiras são parecidos entre si, diferindo dos fluxos de tráfego nas segundas-feiras, o qual costuma ser inferior à média, e nas sextas-feiras, ligeiramente superior à média.

2.2.3 Variação mensal

A variação dos volumes de tráfego ao longo do ano, também chamada de variação sazonal, ocorre em função do tipo da via e das atividades a que ela serve, sendo que em rodovias rurais, principalmente quando estas atendem a áreas turísticas e de recreação, a variação do fluxo do tráfego ao longo do ano é muito superior em relação ao que ocorre em vias urbanas as quais apresentam fluxo de tráfego mais permanente.

2.2.4 Variação anual

Os volumes de tráfego podem variar de ano a ano, sendo que tais variações costumam ser mais acentuadas em vias rurais, principalmente nas que dão acesso a áreas de recreio. A variação do tráfego ao longo dos anos ocorre como reflexo das mudanças na economia do país, fazendo com que seja necessário que haja cuidado na utilização de dados antigos, pois os mesmos podem levar ao erro na avaliação de uma rodovia.

2.2.5 Variação segundo o sentido de tráfego

A distribuição do fluxo de tráfego por sentido da via varia ao longo do dia, sendo que geralmente o sentido principal se inverte nos picos da manhã e da tarde. Em rodovia de pista simples, uma faixa de tráfego por sentido, a distribuição do fluxo por sentido tem um impacto importante na operação. A distribuição por sentido de tráfego é menos sujeita a variações, permitindo conhecer razoavelmente bem as suas tendências.

2.2.6 Variação segundo a faixa de tráfego

Existe pouca uniformidade na variação dos volumes de tráfego entre as faixas de uma rodovia, sendo que esta depende do tipo de rodovia

e da sua localização, entre outros fatores. Por exemplo, a distribuição do tráfego em uma via expressa é afetada pelo número de faixas, pelas eventuais restrições relativas a circulação de veículos pesados em certas faixas, localização de ramos de acesso, hábitos locais, entre outros.

2.3 PESQUISAS DE TRÁFEGO

Segundo o DNIT/IPR (2006), as pesquisas de tráfego podem ser realizadas mediante entrevistas ou por observação direta. A pesquisa por observação direta consiste no registro dos fenômenos de trânsito como são, sem perturba-los, como é o caso das contagens volumétricas e da pesquisa de velocidade do tráfego.

2.3.1 Contagem volumétrica

As contagens volumétricas têm como objetivo determinar a composição, sentido e quantidade do fluxo de veículos em ponto da via em num determinado tempo. As contagens volumétricas são geralmente realizadas nos trechos entre intersecções, identificando o fluxo de tráfego, e nas intersecções, identificando os fluxos que tráfego que interceptam a via.

As contagens volumétricas podem ser do tipo: globais, aonde é registrado o número de veículos, independente do sentido de tráfego destes; direcionais, onde é registrado o número de veículos por sentido de tráfego; classificatória, onde é registrado o número de veículos segundo o seu tipo e/ou classe.

Os dados das contagens globais são utilizados para o cálculo de volumes diários, determinação de tendências de tráfego, entre outros usos. contagens direcionais são utilizadas para o cálculo da capacidade da via, determinação de intervalo de sinais, entre outras aplicações. Os dados das contagens classificatórias também são utilizados para o cálculo da capacidade da via, assim como são utilizadas no dimensionamento de pavimentos e projeto geométrico da via, dentre outros usos.

Os métodos de contagem podem ser manuais ou automáticas, sendo que as contagens manuais são realizadas por pesquisadores, com o auxílio de fichas ou equipamentos de contagem manual. As contagens manuais são ótimas para a classificação de veículos e análise dos movimentos destes em intersecções, e também para a contagem em rodovias de muitas faixas. No caso de vias urbanas, é usual agrupar veículos de características semelhantes.

2.3.2 Pesquisa de velocidade média de viagem

Segundo o DNIT/IPR (2006), a pesquisa da velocidade média de viagem registra a velocidade de tráfego na via, a qual é determinada pela razão entre o comprimento do trecho percorrido pelo tempo médio gasto no percurso, incluindo também o tempo em que o veículo eventualmente esteja parado. A pesquisa média de viagem pode ser utilizada determinar a velocidade de fluxo livre (FFS), desde que a pesquisa seja realizada quando a via apresenta volumes de tráfego baixos, e não há imposição de restrições quanto às suas velocidades, seja por interação veicular, seja por regulamentação do trânsito, refletindo então a tendência do motorista dirigir na velocidade que desejada.

2.4 FATORES DE EXPANSÃO

São apresentados a seguir os conceitos do fator de expansão diária (FD), fator de expansão semanal (FS), e fator de expansão mensal (FM), segundo o DNIT/IPR (2006).

2.4.1 Fator de expansão diária (FD)

Quando a pesquisa de tráfego é realizada apenas em um período horas do dia, deve-se calcular o fator de expansão diário (FD), o qual deve ser distribuído entre as horas do dia não abrangidas pela pesquisa de tráfego. O cálculo do fator de expansão diário pode ser realizado através da Equação 2.2, apresentada a seguir.

$$FD = \frac{VH_{24}}{VH_h} \quad (2.2)$$

Onde:

FH = fator de expansão diário.

VH_{24} = volume de carros de passeio durante as 24 horas do dia.

VH_h = volume de carros de passeio durante as “h” horas de pesquisa.

2.4.2 Fator de expansão semanal (FS)

As variações relativas ao tráfego por dia da semana são mais ou menos constantes, independentemente da época do ano, sendo-se assim, para determinar o fator de expansão semanal é necessário avaliar todas as contagens disponíveis de 7 dias consecutivos e determinar os fatores de expansão médios por dia da semana.

O fator de expansão semanal (FS), correspondente a um dia específico da semana, pode ser calculado pela Equação 2.3.

$$FS = \frac{VMDs}{VMDd} \quad (2.3)$$

Onde:

FS = fator de expansão semanal de um dia específico da semana.

VMDs = volume de carros de passeio durante os 7 dias da semana.

VMDd = volume de carros de passeio durante o dia determinado.

Se a pesquisa for feita durante uma semana deve-se calcular a média diária dessa semana, sendo que essa média será considerada representativa do mês em que situa a semana.

Se a pesquisa não cobrir uma semana e se dispuser da variação semanal, deve-se inicialmente corrigir os valores de cada dia em que se fez a pesquisa para a média da semana. Em seguida calcula-se a média dos valores obtidos. Essa média representará a semana. As médias dos valores obtidos para VMD semanais representarão os VMD mensais, que serão então utilizados na expansão sazonal.

2.4.3 Fator de expansão mensal (FM)

Segundo o DNIT/IPR (2006), o tráfego varia durante todos os dias do ano, tornando necessária a expansão os levantamentos efetuados em determinada época. Para obter a expansão anual é necessário analisar as pesquisas existentes realizadas ao longo do ano, e para isso são utilizados postos que tenham sido efetivamente contados ao longo do ano. Definidos os postos que devem ser considerados como representativos por zona de tráfego, são calculadas as relações do tráfego em cada mês com o tráfego médio diário do ano, e então os demais postos são relacionados com estes postos representativos e projetados para se obter o tráfego médio diário

em cada trecho. Os fatores de expansão anual devem ser determinados por zona de tráfego, quando possível, uma vez que dependem da atividade econômica, a qual é variável por região.

A expansão anual é feita usando os fatores de ajustamento mensal através da Equação 2.4, apresentada a seguir.

$$FM = \frac{VMD_a}{VMD_m} \quad (2.4)$$

Onde:

FM = fator de expansão sazonal.

VMD_a = volume médio diário anual.

VMD_m = volume médio diário mensal.

2.5 PROJEÇÃO VOLUMÉTRICA

Segundo o DNIT/IPR (2006), o cálculo da previsão do tráfego futuro em uma via, a partir de uma série histórica de dados de tráfego da via, pode ser realizada utilizando uma projeção geométrica, também chamada de exponencial. Na projeção geométrica assume-se que o crescimento do volume de tráfego ocorre segundo uma progressão geométrica.

O cálculo da previsão do tráfego futuro através da progressão geométrica pode ser realizado através da Equação 2.5, expressa a seguir.

$$V_n = V_0(1 + a)^n \quad (2.5)$$

Onde:

V_n = volume de tráfego no ano “n”.

V_0 = volume de tráfego no ano base.

a = taxa de crescimento anual, em porcentagem.

n = número de anos decorridos após o ano base.

Logo, o valor da taxa de crescimento anual (T_{CR}), baseada na projeção geométrica e calculada a partir dos volumes de tráfego no ano “n” e no ano base, pode ser determinada através da Equação 2.6.

$$a = \left[\left(\frac{V_n}{V_0} \right)^{1/n} - 1 \right] \times 100 \quad (2.6)$$

Onde:

a = taxa de crescimento anual, em porcentagem.

V_n = volume de tráfego no ano “n”.

V_0 = volume de tráfego no ano base.

n = número de anos decorridos após o ano base.

2.6 CAPACIDADE E NÍVEL DE SERVIÇO

Segundo o DNIT/IPR (2006), o objetivo da determinação da capacidade de uma via é quantificar o seu grau de suficiência para acomodar os volumes de trânsito existentes e previstos. Expressa pelo número máximo de veículos que pode passar por uma determinada faixa de tráfego, ou trecho de uma via, a determinação da capacidade permite a análise técnica e econômica de medidas que asseguram o escoamento daqueles volumes em condições aceitáveis.

Ainda segundo o DNIT/IPR (2006), o conceito de nível de serviço, introduzido pelo *Highway Capacity Manual*, edição de 1965, tem como objetivo traduzir as condições de utilização da via pelos usuários, pois a capacidade por si só não considera fatores de utilização da via como a velocidade e tempo de percurso, segurança, conforto, entre outros fatores. O nível de serviço possibilita avaliar o grau de eficiência do serviço oferecido pela via, classificando este em seis níveis, sendo eles: A, B, C, D, E e F. O nível de serviço A corresponde à uma melhor condição de operação na via, e o nível de serviço F corresponde à condição de congestionamento completo da via.

Apesar do *Highway Capacity Manual* ser um método com foco principal nas rodovias dos Estados Unidos, o mesmo é amplamente reconhecido e utilizado no Brasil, sendo citado inclusive em manuais do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

2.7 MÉTODO HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2010

São apresentados a seguir o método *Highway Capacity Manual* 2010 (HCM 2010), na condição de rodovias de fluxo ininterrupto, sendo abordados os casos para rodovias de pista simples e para rodovias de múltiplas faixas.

O método aborda também outros modelos, como por exemplo rodovias do tipo *freeway*, a qual é igualmente considerada uma rodovia de fluxo ininterrupto, e ainda os casos de rodovias de fluxo interrompido. Estas demais hipóteses não são exploradas neste trabalho, pois não fazem parte do escopo do mesmo.

O HCM 2010 apresenta ainda características e condições básicas das rodovias para que seja feita a correta aplicação do método. Porém, por se tratar de um material desenvolvido pensando principalmente nas rodovias estadunidenses, devido os Estados Unidos ser o país de origem do HCM 2010, é necessário que se faça concessões e/ou adaptações no método para que o resultado do emprego do mesmo possa representar de forma mais precisa uma rodovia brasileira, e assim, com concessões e adaptações do método, foi realizado o desenvolvimento deste trabalho.

2.7.1 Rodovias de Pista Simples

São apresentados nesta seção a sequência de cálculos do *Highway Capacity Manual* 2010 (HCM 2010) para o caso de rodovia de pista simples, ou seja, uma faixa por sentido.

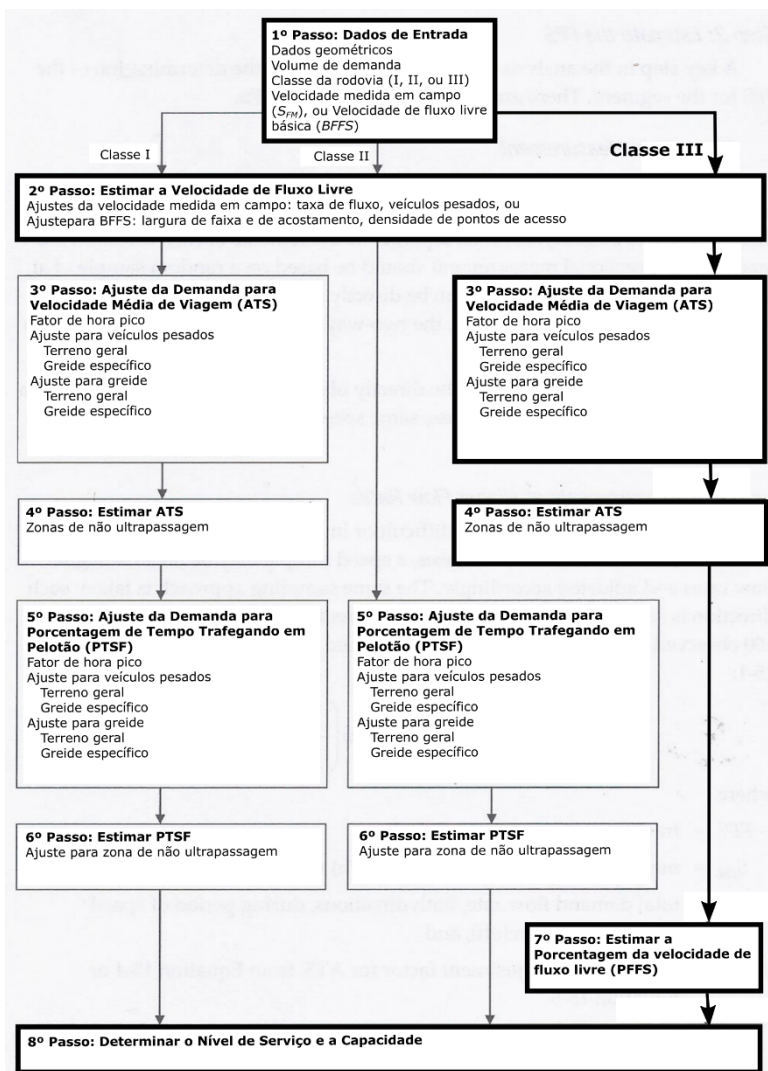
Quadro 2 – Classes das rodovias de pista simples, segundo o HCM 2010.

Classe	Características
I	Expectativa de velocidade relativamente alta; principais rotas entre cidades; arteriais primárias conectando geradores de tráfego; rotas de uso diário; ligações primárias federais e estaduais; viagens de longa distância.
II	Sem expectativa de viajar em alta velocidade; acessos para rodovias de classe I; rotas turísticas e recreacionais; passam por terreno acidentado; viagens curtas, iniciando ou terminando em pontos de viagens longas.
III	Servem áreas de desenvolvimento moderado; segmentos de rodovias classe I ou II que atravessam pequenas cidades ou áreas recreacionais; o tráfego local se mistura com o tráfego de passagem, com alta densidade de pontos de acesso; segmentos longos que atravessam áreas recreacionais espalhadas; muitas vezes com redução do limite de velocidade.

Fonte: TRB (2010).

O HCM 2010 classifica as rodovias em classes I, II e III, segundo as características expressas no Quadro 2, e segue diferentes etapas de cálculos de acordo com a classe da rodovia, conforme a Figura 1.

Figura 1 – Sequências de cálculos do HCM 2010 para determinar a capacidade e o nível de serviço de rodovias de pista simples segundo a classe da rodovia.



Fonte: TRB (2010) /Adaptado pelo autor.

Segundo as características expressas no Quadro 2, e pelo observado nas visitas ao local, a classe III é a que melhor representa a Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga, e devido à mesma ser o objeto de estudo deste trabalho, são detalhados aqui apenas os conteúdos das etapas de cálculo, apresentadas na Figura 1, para os casos de rodovias de classe III, pista simples e fluxo ininterrupto.

2.7.1.1 Condições básicas

As condições básicas do método para os casos de rodovias de pista simples são apresentadas no Quadro 3.

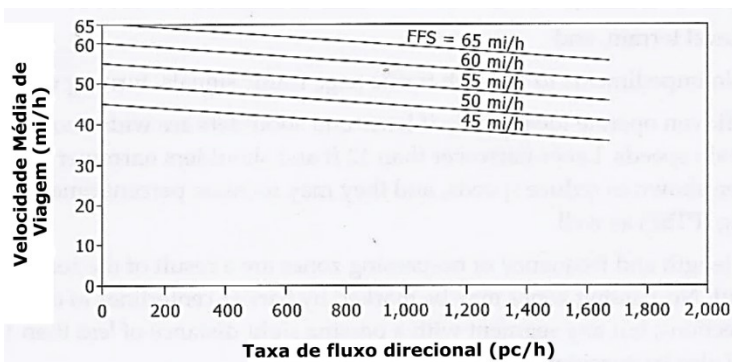
Quadro 3 – Pista simples: condições básicas.

Largura da faixa ≥ 12 ft ($\approx 3,66$ m);
 Largura do acostamento ≥ 6 ft ($\approx 1,83$ m);
 Ausência de proibição de ultrapassagem;
 Somente carros de passeio;
 Terreno em nível (relevo plano);
 Sem impedimentos no fluxo de tráfego.

Fonte: TRB (2010) /Adaptado pelo autor.

O HCM 2010 modela ainda as condições básicas através de curvas que relacionam a velocidade média de viagem (ATS – do inglês “*Average Travel Speed*”) com a taxa de fluxo na direção da análise (do inglês “*Directional Flow Rate*”), como apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Pista simples: relação entre a Velocidade Média de Viagem (ATS) e a Taxa de Fluxo na Direção da Análise.



Fonte: TRB (2010) /Adaptado pelo autor.

2.7.1.2 Capacidade

De acordo com o HCM 2010, a capacidade de uma rodovia de pista simples, nas condições básicas, é de 1700 veículos por hora por sentido de tráfego, porém não excede o total de 3200 veículos por hora em ambos os sentidos em trechos longos, e não excede de 3200 à 3400 veículos por hora em ambos os sentidos em trechos curtos (túneis ou pontes).

2.7.1.3 Nível de Serviço (LOS)

O HCM 2010 determina o nível de serviço (LOS) em rodovias de pista simples segundo três indicadores: velocidade média de viagem (ATS); porcentagem de tempo trafegando em pelotão (PTSF); e porcentagem da velocidade fluxo livre (PFFS).

Quadro 4 – Descrição das situações de tráfego segundo o nível de serviço e classe da rodovia de pista simples.

LOS	Classe I	Classe II	Classe III
A	Alta velocidade; facilidade para ultrapassagens; raros pelotões de 3 carros ou mais.	Velocidade limitada pela via; pequena formação de pelotões.	Possibilidade de manter velocidades próximas à de fluxo livre.
B	Formação de pelotões se torna visível; redução de velocidade na classe I.		Começa a ser percebida uma redução da velocidade em relação à velocidade de fluxo livre.
C	A maioria dos veículos trafega em pelotões, velocidades reduzidas.		
D	Significante aumento da formação de pelotões.		
	Aumento da demanda para ultrapassagens, mas a capacidade para isso se aproxima de zero.		Significante queda da velocidade.
E	A demanda se aproxima da capacidade, o limite inferior do NS representa a capacidade.		
	Ultrapassagens praticamente impossíveis; PTSF maior que 80%, velocidades muito reduzidas.		A velocidade é menor que 2/3 da FFS.
F	A demanda excede a capacidade, condições de operação instáveis, grandes congestionamentos.		

Fonte: TRB (2010).

O ATS representa a mobilidade na rodovia. PTSF representa a liberdade de manobras na rodovia e o conforto de viagem. O PFFS representa a possibilidade de viagem dos veículos na velocidade limite da rodovia ou próximos desta velocidade.

O indicador do nível de serviço da rodovia é expresso na Figura 3, segundo o HCM 2010 e de acordo com a classe da rodovia. Cada nível de serviço representa situações de tráfego como descrito no Quadro 4.

Figura 3 – Critérios para determinar o nível de serviço (LOS) segundo a classe da rodovia de pista simples.

LOS	Classe I		Classe II	Classe III
	ATS (mi/h)	PTSF (%)	PTSF (%)	PFFS (%)
A	>55	≤35	≤40	>91.7
B	>50–55	>35–50	>40–55	>83.3–91.7
C	>45–50	>50–65	>55–70	>75.0–83.3
D	>40–45	>65–80	>70–85	>66.7–75.0
E	≤40	>80	>85	≤66.7

Fonte: TRB (2010) /Adaptado pelo autor.

2.7.1.4 Dados de entrada

Os dados de entrada necessários para a aplicação do método HCM 2010, modelagem para automóveis, para o caso de rodovias de pista simples e fluxo ininterrupto, são apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 – Dados de entrada para rodovias de pista simples.

Dados Geométricos
Classe da rodovia (classes I, II ou III, segundo o HCM 2010)
Largura da faixa (pés)
Largura do acostamento (pés)
Densidade de pontos de acesso (% por milha)
Características do terreno (plano ou ondulado)
Porcentagem de zonas de não ultrapassagem
Velocidade de projeto (mi/h)
Comprimento da faixa de ultrapassagem (caso exista)
Dados de Demanda
Volume de veículos por hora (veic/h)
Tempo do período da análise
Fator de Hora Pico (PHF)
Porcentagem da demanda por sentido do tráfego
Porcentagem de veículos pesados (ônibus e caminhões)

Fonte: TRB (2010) /Adaptado pelo autor.

2.7.1.5 Velocidade de Fluxo Livre (FFS)

A velocidade de fluxo livre (FFS) pode ser medida diretamente em campo, desde que a pesquisa da mesma ocorra em um período do dia com volume de tráfego máximo de 200 veículos por hora, somados ambos os sentidos do trânsito. Neste caso a medição deve ser realizada por sentido do tráfego, e a amostra observada deve ser a de ao menos 100 veículos.

Caso o volume de tráfego no local seja sempre superior à 200 veículos por hora ao longo do dia, a velocidade de fluxo livre (FFS) também pode ser determinada através da pesquisa de velocidade, a qual também deve ser realizada com ao menos 100 veículos, porém, neste caso a velocidade média da amostra deve ser corrigida através da Equação 3.1.

$$FFS = F_{SM} + 0,00776 \left(\frac{v}{f_{HV,ATS}} \right) \quad (3.1)$$

Onde:

FFS = Velocidade de Fluxo Livre (mi/h);

F_{SM} = Velocidade Média da Amostra (mi/h);

v = Fluxo de demanda total nas duas direções durante o período de observação (veíc/h);

$f_{HV,ATS}$ = Fator de ajuste da velocidade média de viagem (ATS) para veículos pesados.

Quando não é possível realizar a pesquisa de velocidade, pode-se estimar indiretamente a velocidade de fluxo livre (FFS) a partir de uma velocidade de fluxo livre básica (BFFS), a qual, para vias já existentes, é determinada a partir da análise das condições de operação da rodovia, ou, de forma grosseira, a partir do limite de velocidade da rodovia, acrescido em 10 mi/h. No caso de concepção de rodovias, a BFFS será igual a velocidade de projeto adotada.

O cálculo da velocidade de fluxo livre a partir de uma BFFS é corrigida por fatores de ajuste para largura de faixa e acostamento (f_{LS}) e ajuste para densidade de pontos de acesso (f_A), respectivamente expressos na Figura 4 e Figura 5, e é calculada através da Equação 3.2, expressa a seguir.

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A \quad (3.2)$$

Onde:

FFS = Velocidade de Fluxo Livre (mi/h);

$BFFS$ = Velocidade Básica de Fluxo Livre (mi/h);

f_{LS} = Fator de ajuste para largura de faixa e acostamento (mi/h);

f_A = Fator de ajuste para densidade de pontos de acesso.

Figura 4 – Fator de ajuste para largura de faixa e acostamento (f_{LS}).

Largura da Faixa (ft)	Largura do Acostamento (ft)			
	$\geq 0 < 2$	$\geq 2 < 4$	$\geq 4 < 6$	≥ 6
$\geq 9 < 10$	6.4	4.8	3.5	2.2
$\geq 10 < 11$	5.3	3.7	2.4	1.1
$\geq 11 < 12$	4.7	3.0	1.7	0.4
≥ 12	4.2	2.6	1.3	0.0

Fonte: TRB (2010) /Adaptado pelo autor.

Figura 5 – Fator de ajuste para densidade de pontos de acesso (f_A).

Pontos de Acesso por Milha (Duas Direções)	Redução na FFS (mi/h)
0	0.0
10	2.5
20	5.0
30	7.5
40	10.0

Fonte: TRB (2010) /Adaptado pelo autor.

2.7.1.6 Ajuste da demanda para a Velocidade Média de Viagem

O ajuste da demanda para a velocidade média de viagem (ATS) é realizado através da Equação 3.3, a qual converte as condições prevalentes da demanda de tráfego da rodovia, em ambos os sentidos, para as condições básicas de modelagem utilizadas pelo HCM 2010, que utiliza a totalidade da demanda do tráfego convertida em carros de passeio.

O ajuste da demanda para ATS é necessário apenas para rodovias de classe I e III.

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}} \quad (3.3)$$

Onde:

$v_{i,ATS}$ = Equivalente em carros de passeio para a taxa de fluxo do período de pico de 15 minutos na direção da análise (pc/h);

V_i = Volume da demanda para o pico horário completo, na direção da análise (pc/h);

PHF = Fator de Hora de Pico;

$f_{g,ATS}$ = Fator de ajuste de greide;

$f_{HV,ATS}$ = Fator de ajuste para veículos pesados.

O tipo de terreno é determinante para o fator de ajuste de greide $f_{g,ATS}$, necessário na Equação 3.3. O HCM 2010 trata segmentos de rodovia com extensão maior ou igual a 2 milhas ($\approx 3,22$ km) como segmentos em terreno em nível ou ondulado, e aborda ainda a existência de segmentos específicos de subida ou descida, os quais deveriam ser também analisados, porém, a Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga é tratada neste trabalho como em terreno em nível em toda a sua extensão, logo não serão abordado aqui os critérios para os citados segmentos específicos.

Os valores do fator de ajuste de greide $f_{g,ATS}$ para o caso de terrenos em nível são expressos na Figura 6, onde é necessário entrar com o valor da taxa de fluxo de demanda na direção da análise, a qual é dada pela Equação 3.4.

$$V_i/PHF \quad (3.4)$$

Figura 6 – Fator de ajuste de greide ($f_{g,ATS}$) para terrenos em nível.

Taxa de fluxo da demanda de uma direção, V_{vph} (veh/h)	Fator de Ajuste	
	Terreno plano e greides específicos de descida	Terreno ondulado
≤ 100	1.00	0.67
200	1.00	0.75
300	1.00	0.83
400	1.00	0.90
500	1.00	0.95
600	1.00	0.97
700	1.00	0.98
800	1.00	0.99
≥ 900	1.00	1.00

Fonte: TRB (2010).

O fator de ajuste para veículos pesados $f_{HV,ATS}$ é calculado pela Equação 3.5, a qual necessita das proporções de caminhões e ônibus P_T e veículos recreativos P_R , dados provenientes das contagens do tráfego, e ainda dos valores equivalentes em carros de passeio para caminhões e ônibus E_T e veículos recreativos E_R para o caso de rodovia em terreno plano, ondulado, ou greides específicos de descida, dado da Figura 7.

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)} \quad (3.5)$$

Onde:

P_T = Proporção de caminhões e ônibus no fluxo;

P_R = Proporção de veículos recreativos no fluxo;

E_T = Equivalente em carros de passeio para caminhões e ônibus;

E_R = Equivalente em carros de passeio para veículos recreativos.

Figura 7 – Equivalente em carros de passeio para caminhões e ônibus (E_T) e veículos recreativos (E_R) para terrenos planos, ondulados ou greides específicos de descida.

Tipo de veículo	Taxa de fluxo da demanda direcional, V_{vph} (veh/h)	Terreno plano e greides específicos de descida	Terreno ondulado
Caminhões e Ônibus, E_T	≤100	1.9	2.7
	200	1.5	2.3
	300	1.4	2.1
	400	1.3	2.0
	500	1.2	1.8
	600	1.1	1.7
	700	1.1	1.6
	800	1.1	1.4
	≥900	1.0	1.3
Recreacionais, E_R	Todos os fluxos	1.0	1.1

Fonte: TRB (2010) /Adaptado pelo autor.

Os casos de greides específicos de subida, e casos de descidas específicas aonde os veículos pesados viajam engrenados, possuem abordagens específicas no HCM 2010, mas, devido a inexistência de tais casos na rodovia objeto de estudo deste trabalho, tais abordagens não serão exploradas aqui.

2.7.1.7 Estimar a Velocidade Média de Viagem (ATS)

A velocidade média de viagem (ATS) é determinada na direção do tráfego em análise através da Equação 3.6, a qual necessita do fator de

ajuste para a porcentagem de zonas de não ultrapassagem na direção da análise $f_{np,ATS}$, dado obtido na Figura 8 a partir da demanda de tráfego já convertida nas condições básicas de modelagem utilizada no HCM 2010.

Figura 8 – Fator de ajuste devido a porcentagem de zonas de não ultrapassagem na direção da análise ($f_{np,ATS}$) para ATS.

Taxa de fluxo da demanda oposta, V_o (pc/h)	Porcentagem de zonas de não ultrapassagem				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS ≥ 65 mi/h					
≤ 100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.6	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1,000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1,200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1,400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
$\geq 1,600$	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h					
≤ 100	0.7	1.7	2.5	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	3.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1,000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1,200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1,400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
$\geq 1,600$	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h					
≤ 100	0.5	1.2	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1,000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1,200	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
1,400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
$\geq 1,600$	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 mi/h					
≤ 100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1,000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1,200	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0
1,400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
$\geq 1,600$	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
FFS ≤ 45 mi/h					
≤ 100	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.8	4.0
400	0.9	0.5	2.0	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1,000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1,200	0.3	0.3	0.6	0.7	1.0
1,400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
$\geq 1,600$	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Fonte: TRB (2010) /Adaptado pelo autor.

$$ATS_d = FFS - 0,00776 (v_{d,ATS} + v_{0,ATS}) - f_{np,ATS} \quad (3.6)$$

Onde:

ATS_d = Velocidade média de viagem na direção da análise (mi/h);

FFS = Velocidade de Fluxo Livre (mi/h);

$v_{d,ATS}$ = Fluxo de demanda na direção da análise (pc/h);

$v_{0,ATS}$ = Fluxo de demanda na direção oposta da análise (pc/h);

$f_{np,ATS}$ = Fator de ajuste devido a porcentagem de zonas de não ultrapassagem na direção da análise.

2.7.1.8 Estimar a Porcentagem da Velocidade de Fluxo Livre (PFFS)

A porcentagem da velocidade de fluxo livre (PFFS) é estimada através da Equação 3.7. O PFFS representa a possibilidade de os veículos viajarem na velocidade limite da rodovia, ou próximo desta velocidade.

$$PFFS = \frac{ATS_d}{FFS} \quad (3.7)$$

Onde:

$PFFS$ = Porcentagem da Velocidade de Fluxo Livre;

ATS_d = Velocidade média de viagem na direção da análise (mi/h);

FFS = Velocidade de Fluxo Livre (mi/h);

2.7.1.9 Determinar a Capacidade

A capacidade da rodovia de pista simples de classe III na direção do tráfego em análise é obtida a partir da capacidade em condições básicas da rodovia de pista simples, que é de 1700 veículos por hora (veíc/h), convertida para capacidade em condições prevalecentes, através da Equação 3.8. A abordagem do HCM 2010 para determinar a capacidade de rodovias de classe I e II não será apresentada neste trabalho.

$$C_{d,ATS} = 1700 \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS} \quad (3.8)$$

Onde:

$C_{d,ATS}$ = Capacidade da rodovia em condições prevalecentes;

$f_{g,ATS}$ = Fator de ajuste de greide;

$f_{HV,ATS}$ = Fator de ajuste para veículos pesados.

2.7.1.10 Determinar o Nível de Serviço (LOS)

Como já abordado na seção 2.7.1.3, o HCM 2010 expressa o nível de serviço da rodovia como A, B, C, D, E ou F, os quais representam as situações de tráfego descritas anteriormente no Quadro 4 da mesma seção.

Também já dito na seção 2.7.1.3, o indicador do nível de serviço, segundo o HCM 2010, e de acordo com a classe da rodovia, é expresso conforme a Figura 3 da mesma seção. Os limites dos valores da porcentagem da velocidade de fluxo livre (PFFS), critério utilizado para a determinação do nível de serviço de rodovias de classe III, e apresentado anteriormente na Figura 3, são reproduzidos novamente a seguir, na Tabela 1.

Tabela 1 – Critérios para determinar o nível de serviço de rodovias de pista simples de classe III.

LOS	Critério (rodovias de classe III)
	PFFS (%)
A	> (91,7)
B	> (83,3 - 91,7)
C	> (75,0 - 83,3)
D	> (66,7 - 75,0)
E	≤ (66,7)

Fonte: TRB (2010) /Adaptado pelo autor.

2.7.2 Rodovias de múltiplas faixas

São apresentados nesta seção a sequência de cálculos do *Highway Capacity Manual* 2010 (HCM 2010) para o caso de rodovia de múltiplas faixas.

Rodovias de múltiplas faixas possuem de 4 a 6 faixas de tráfego em ambas as direções, permitem velocidade de fluxo livre (FFS) de 45 a 60 mi/h e pode ser dividida apenas com pintura ou com o uso de canteiro central. Estas e outras características das rodovias de múltiplas faixas são apresentadas no Quadro 6.

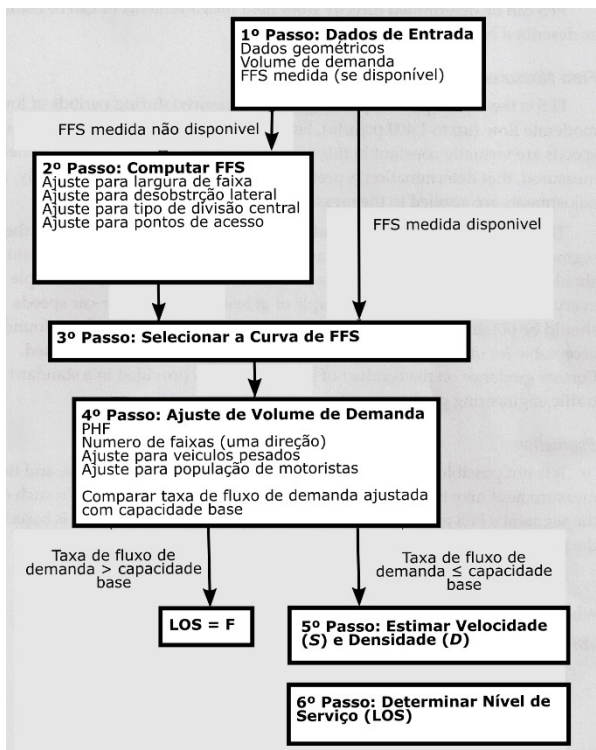
O HCM 2010 segue etapas de cálculo específicas para determinar o nível de serviço de rodovias de múltiplas faixas, etapas as quais são apresentadas na Figura 9.

Quadro 6 – Características de rodovias de múltiplas faixas.

4 a 6 faixas em ambas as direções;
velocidades de fluxo livre de 45 a 60 mi/h (72,4 a 96,6 km/h);
com canteiro central ou TWLTL (<i>Two-Way Left Turn Lane</i>);
pode não ser dividida (apenas com pintura);
normalmente em áreas suburbanas conduzindo para áreas centrais ou corredores rurais com alto volume de tráfego ou atividades que geram um alto volume diário;
semáforos espaçados de no mínimo 2 milhas (3,2 km);
volumes entre 15.000 e 40.000 veh/dia (chega a 100.000 veh/dia, com divisão central e interseções em desnível).

Fonte: TRB (2010).

Figura 9 – Sequências de cálculos do HCM 2010 para determinar o nível de serviço de rodovias de múltiplas faixas.



Fonte: TRB (2010) /Adaptado pelo autor.

2.7.2.1 Condições básicas

As condições básicas de modelagem utilizadas pelo HCM 2010 para o caso de rodovias de múltiplas faixas são apresentadas abaixo, no Quadro 7.

Quadro 7 – Condições básicas de modelagem do HCM 2010 para rodovias de múltiplas faixas.

bom tempo;
boa visibilidade;
sem acidentes ou incidentes;
sem obras na pista;
sem defeitos no pavimento;
sem veículos pesados;
motoristas rotineiros.

Fonte: TRB (2010).

Os fatores que afetam a velocidade de fluxo livre (FFS), nas condições básicas de modelagem, são descritas no Quadro 8, sendo que a FFS se mantém constante até o fluxo de 1400 carros de passeio por hora por faixa da rodovia (pc/h/ln).

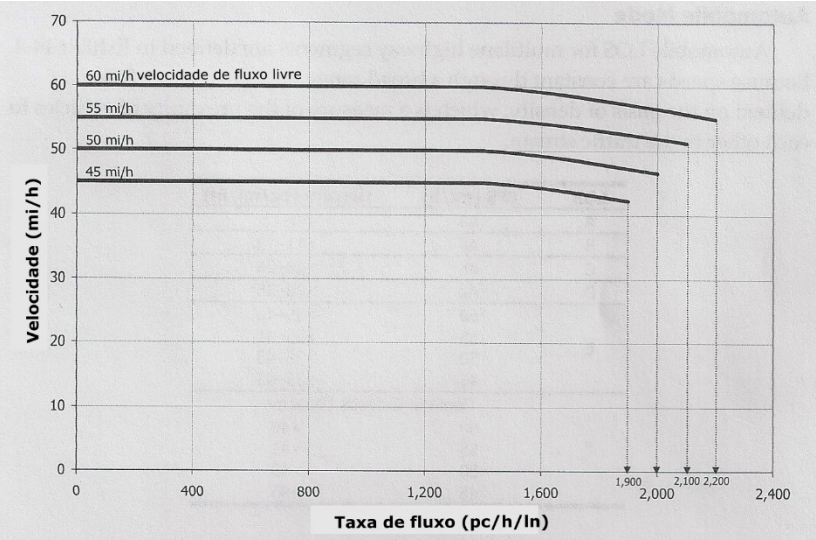
Quadro 8 - Fatores que afetam a velocidade de fluxo livre (FFS)

largura da faixa;
desobstrução lateral;
tipo de divisão;
densidade de pontos de acesso.

Fonte: TRB (2010).

Já com volumes de tráfego acima dos 1400 pc/h/ln, a FFS diminui conforme a relação entre velocidade e taxa de fluxo apresentada de forma gráfica na Figura 10, ou, de forma analítica na Figura 11.

Figura 10 – Relação entre velocidade e taxa de fluxo em rodovias de múltiplas faixas em suas condições básicas.



Fonte: TRB (2010) /Adaptado pelo autor.

Figura 11 – Equações que descrevem a relação entre velocidade e taxa de fluxo em rodovias de múltiplas faixas em suas condições básicas.

FFS (mi/h)	Para $v_p \leq 1,400$ pc/h/ln, S (mi/h)	Para $v_p > 1,400$ pc/h/ln, S (mi/h)
60	60	$60 - \left[5.00 \times \left(\frac{v_p - 1400}{800} \right)^{1.31} \right]$
55	55	$55 - \left[3.78 \times \left(\frac{v_p - 1400}{700} \right)^{1.31} \right]$
50	50	$50 - \left[3.49 \times \left(\frac{v_p - 1400}{600} \right)^{1.31} \right]$
45	45	$45 - \left[2.78 \times \left(\frac{v_p - 1400}{500} \right)^{1.31} \right]$

Fonte: TRB (2010) /Adaptado pelo autor.

O valor da FFS deve ser arredondado para múltiplos de 5 mi/h, conforme os critérios de arredondamento expressos na Tabela 2.

Tabela 2 – Critérios de arredondamentos dos valores de velocidade de fluxo livre (FFS).

$42,5 \text{ mi/h} \leq \text{FFS} < 47,5 \text{ mi/h} \rightarrow 45 \text{ mi/h};$
$47,5 \text{ mi/h} \leq \text{FFS} < 52,5 \text{ mi/h} \rightarrow 50 \text{ mi/h};$
$52,5 \text{ mi/h} \leq \text{FFS} < 57,5 \text{ mi/h} \rightarrow 55 \text{ mi/h};$
$57,5 \text{ mi/h} \leq \text{FFS} < 62,5 \text{ mi/h} \rightarrow 60 \text{ mi/h}.$

Fonte: TRB (2010).

Existem limitações e/ou condições não consideradas na modelagem do HCM 2010 para de rodovias de múltiplas faixas, sendo estas limitações e/ou condições apresentadas no Quadro 9.

Quadro 9 – Limitações e/ou condições não consideradas na modelagem do HCM 2010 para rodovias de múltiplas faixas.

impactos negativos de condições atmosféricas, acidentes ou incidentes, cruzamentos ou operações de construção;
interferência causada por estacionamento no acostamento;
efeito de remoção ou adição de faixas no início ou final do segmento;
possíveis formações de filas em afunilamentos;
diferenças entre diferentes tipos de divisões;
FFS abaixo de 45 mi/h ou acima de 60 mi/h;
presença significativa de estacionamento na via;
presença de paradas de ônibus de uso significativo;
presença significativa de pedestres.

Fonte: TRB (2010).

2.7.2.2 Capacidade

A Tabela 3 apresenta os valores da capacidade para rodovias de múltiplas faixas, nas condições básicas de modelagem apresentadas pelo HCM 2010. A capacidade varia de acordo com a velocidade de fluxo livre (FFS).

Tabela 3 – Valores da capacidade para rodovias de múltiplas faixas.

FFS (mi/h)	Capacidade (pc/h/lv)
60	2200
55	2100
50	2000
45	1900

Fonte: TRB (2010).

2.7.2.3 Nível de Serviço (LOS)

Em rodovias de múltiplas faixas, o nível de serviço é determinado através de valores de densidade, conforme a relação e limites expressos na Figura 12.

A determinação do nível de serviço através de valores de velocidade de fluxo livre (FFS) é muito difícil, pois na modelagem do fluxo de tráfego existe muita variação da FFS.

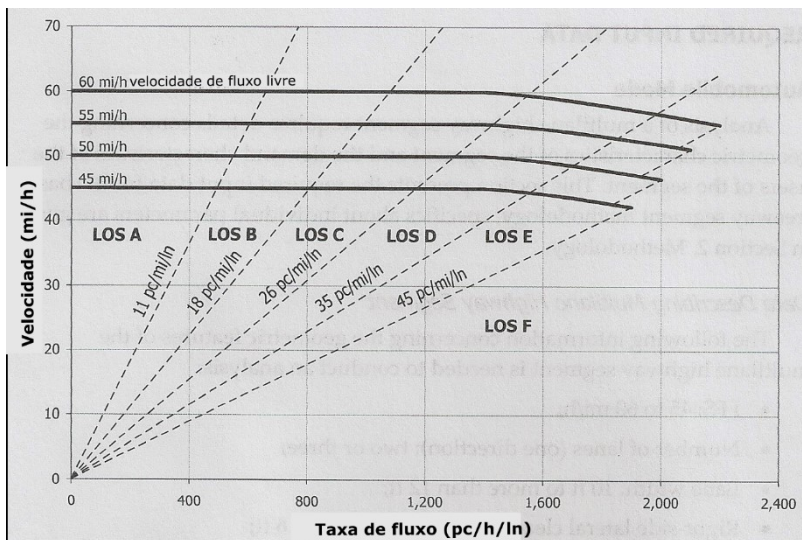
Figura 12 – Nível de serviço (LOS) de rodovias de múltiplas faixas a partir de valores de densidade.

LOS	FFS (mi/h)	Densidade (pc/mi/lv)
A	Todas	>0–11
B	Todas	>11–18
C	Todas	>18–26
D	Todas	>26–35
E	60	>35–40
	55	>35–41
	50	>35–43
	45	>35–45
Demanda Excede a Capacidade		
F	60	>40
	55	>41
	50	>43
	45	>45

Fonte: TRB (2010) /Adaptado pelo autor.

A abrangência dos níveis de serviço sobre a relação entre velocidade e taxa de fluxo em rodovias de múltiplas faixas em suas condições básicas é apresentada na Figura 13.

Figura 13 – Abrangência dos níveis de serviço (LOS) sobre a relação entre velocidade e taxa de fluxo em rodovias de múltiplas faixas em suas condições básicas.



Fonte: TRB (2010) /Adaptado pelo autor.

2.7.2.4 Dados de Entrada

Para a aplicação do método HCM 2010 para rodovias de múltiplas faixas são necessários dados de entrada sobre a infraestrutura e sobre a demanda de tráfego da rodovia.

O Quadro 10 apresenta os dados de entrada necessários sobre a demanda de tráfego da rodovia.

Quadro 10 – Dados de entrada necessários sobre a demanda de tráfego em rodovias de múltiplas faixas.

Demanda durante a hora de análise;
Presença de veículos pesados (% de caminhões e ônibus ou RV): 0 a 100% em terreno geral, 0 a 25% em greides específicos;
PHF: até 1;
Fator de motoristas atípicos: 0,85 a 1,00.

Fonte: TRB (2010).

Ainda sobre os dados de demanda, nos casos onde se tem apenas dados do valor do volume médio diário global, pode-se utilizar a Equação 3.9 para estimar o volume direcional da hora de projeto (VHP), ou seja, estimar o volume de tráfego na hora pico da demanda.

$$VHP = VMDa \times K \times D \quad (3.9)$$

Onde:

VHP = Volume direcional da hora de projeto;

VMDa = Volume médio diário anual;

K = Proporção do tráfego diário que ocorre na hora pico;

D = Proporção do tráfego do pico horário na direção do pico.

O Quadro 11 apresenta os dados de entrada necessários sobre a infraestrutura da rodovia.

Quadro 11 – Dados de entrada necessários sobre a infraestrutura de rodovias de múltiplas faixas.

FFS: 45 a 60 mi/h;
número de faixas por direção: 2 ou 3;
largura da faixa: 10 ft até mais que 12 ft;
desobstrução lateral à direita: 0 ft até mais que 6 ft;
desobstrução lateral à esquerda: 0 ft até mais que 6 ft;
densidade de pontos de acesso: 0 a 40 pontos/mi;
terreno: plano, ondulado ou montanhoso (ou comprimentos e declividades para greides específicos);
tipo da divisão: dividida, TWLTL ou não dividida.

Fonte: TRB (2010).

2.7.2.5 Computar a Velocidade de Fluxo Livre (FFS)

O ideal é que a velocidade de fluxo livre (FFS) seja medida em campo, em local representativo do segmento, em período onde o fluxo de veículos não ultrapasse o valor de 1400 carros de passeio por hora (pc/h/ln) por faixa de tráfego da rodovia, e que sejam observadas a velocidade de pelo menos 100 veículos.

Quando não é possível realizar a medida em campo, dentro dos parâmetros citados anteriormente, ou quando a rodovia ainda não exista, pode-se estimar a FFS através da Equação 3.10.

$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_M - f_A \quad (3.10)$$

Onde:

FFS = Velocidade de Fluxo Livre (mi/h);

$BFFS$ = Velocidade de Fluxo Livre básica (mi/h);

f_{LW} = Ajuste para largura de faixa (mi/h);

f_{LC} = Ajuste para desobstrução lateral (mi/h);

f_M = Ajuste para tipo de divisão (mi/h).

f_A = Ajuste para densidade de pontos de acesso (mi/h).

A velocidade de fluxo livre básica (BFFS) é o valor mais significativo na equação. Não existem muitas informações de como estabelecer o valor do BFFS, porém o mesmo pode ser estimado, grosseiramente, a partir da velocidade limite regulamentar da rodovia, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Critérios para estimar a velocidade de fluxo livre básica (BFFS) a partir da velocidade limite regulamentar da rodovia.

- | |
|--|
| • para velocidade limite ≥ 50 mi/h \rightarrow BFFS = velocidade limite + 5 mi/h; |
| • para velocidade limite < 50 mi/h \rightarrow BFFS = velocidade limite + 7 mi/h. |

Fonte: TRB (2010).

A Figura 14 expressa os valores do ajuste da largura de faixa (f_{LW}) onde nota-se que, quanto mais estreita é a faixa da rodovia, maior é a redução na FFS.

Figura 14 – Redução na velocidade de fluxo livre (FFS) devido ao ajuste para largura de faixa (f_{LW}).

Largura de faixa (ft)	Redução na FFS, f_{LW} (mi/h)
≥ 12	0.0
$\geq 11-12$	1.9
$\geq 10-11$	6.6

Fonte: TRB (2010) /Adaptado pelo autor.

O ajuste para desobstrução lateral (f_{LC}) insere no cálculo o efeito de diminuição da velocidade causado pela presença de sinalizações verticais, barreiras de tráfego, postes, muros de contenção, entre outros objetos ao lado da via.

Os valores do f_{LC} são obtidos na Figura 15 a partir da inserção do valor da desobstrução total (TLC), o qual é calculado através da Equação 3.11.

A medida da desobstrução lateral é medida do bordo da faixa da rodovia até a obstrução lateral contínua mais próxima, sendo que o valor adotado para a desobstrução lateral não pode ser menor do que 6 ft. Nos casos onde a rodovia de múltiplas faixas não é dividida, ou quando a rodovia é dividida por TWLTL, desconsidera-se a desobstrução lateral à esquerda da faixa da rodovia e adota-se então o valor de 6 ft.

$$TLC = LC_R + LC_L \quad (3.11)$$

Onde:

TLC = Desobstrução lateral total;

LC_R = Desobstrução lateral à direita (máximo de 6 pés);

LC_L = Desobstrução lateral à esquerda (máximo de 6 pés).

Figura 15 – Ajuste para desobstrução lateral (f_{LC}).

Rodovias de 4 faixas		Rodovias de 6 faixas	
TLC (ft)	Redução na FFS (mi/h)	TLC (ft)	Redução na FFS (mi/h)
12	0.0	12	0.0
10	0.4	10	0.4
8	0.9	8	0.9
6	1.3	6	1.3
4	1.8	4	1.7
2	3.6	2	2.8
0	5.4	0	3.9

Fonte: TRB (2010) /Adaptado pelo autor.

O valor do ajuste para densidade de pontos de acesso (f_A) é dado na Figura 16, sendo que, devemos considerar apenas os pontos de acesso que causam interferência no tráfego da rodovia.

Figura 16 – Ajuste para densidade de pontos de acesso (f_A).

Densidade de Pontos de Acesso (pontos de acesso/mi)	Redução na FFS (mi/h) f_A (mi/h)
0	0.0
10	2.5
20	5.0
30	7.5
≥ 40	10.0

Note: Interpolation to the nearest 0.1 is recommended.

Fonte: TRB (2010) /Adaptado pelo autor.

O valor do ajuste na velocidade de fluxo livre devido ao tipo de divisão da rodovia (f_M) é dado na Figura 17.

Figura 17 – Ajuste para o tipo de divisão (f_M).

Tipo de Divisão Central	Redução na FFS, f_M (mi/h)
Sem Divisão	1.6
TWLT	0.0
Com Divisão	0.0

Fonte: TRB (2010) /Adaptado pelo autor.

2.7.2.6 Selecionar a curva da velocidade de fluxo livre (FFS)

A curva de velocidade de fluxo livre (FFS) é selecionada a partir do valor calculado de FFS, segundo a Tabela 2, apresentada na seção 2.7.2.1.

2.7.2.7 Ajustar o volume da demanda

O volume de tráfego prevalecente da rodovia deve ser convertido para volume de tráfego equivalente nas condições básicas adotadas pelo HCM 2010, aonde são adotados no tráfego apenas motoristas regulares e carros de passeio.

A conversão do volume de tráfego nas condições prevalecentes para volume de tráfego nas condições básicas adotadas pelo HCM 2010 é realizada através da Equação 3.12.

$$V_p = \frac{V}{PHF \times N \times f_{HV} \times f_p} \quad (3.12)$$

Onde:

V_p = Volume de tráfego nas condições básica (pc/h/ln);

V = Volume de tráfego nas condições prevalentes (pc/h);

PHF = Fator de Hora de Pico;

N = Número de faixas;

f_{HV} = Fator de ajuste para veículos pesados;

f_p = Fator de ajuste para motoristas atípicos.

O valor do fator de ajuste para veículos pesado (f_{HV}), necessário na Equação 3.12, é determinado através da Equação 3.13.

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)} \quad (3.13)$$

Onde:

P_T = Proporção de caminhões e ônibus no fluxo;

P_R = Proporção de veículos recreativos (trailers) no fluxo;

E_T = Equivalente em carros de passeio para caminhões e ônibus;

E_R = Equivalente em carros de passeio para veículos recreativos.

A Figura 18 fornece os valores equivalentes em carros de passeio para caminhões e ônibus (E_T) e equivalentes em carros de passeio (PCE) para veículos recreativos (E_R), sendo que tais valores são expressos para os casos de rodovia em terreno plano, ondulado ou montanhoso.

Figura 18 – Equivalente em carros de passeio (PCE) para caminhões e ônibus (E_T) e para veículos recreativos (E_R) nos casos de rodovia em terreno plano, ondulado ou montanhoso.

Veículos	PCE por Tipo de Terreno		
	Plano	Ondulado	Montanhoso
Caminhões e Ônibus, E_T	1.5	2.5	4.5
Veic. Recreacionais, E_R	1.2	2.0	4.0

Fonte: TRB (2010) /Adaptado pelo autor.

O HCM 2010 adota valores tabelados distintos de E_T e E_R para casos onde há a presença na rodovia de segmentos específicos de subida ou descida, porém tal abordagem não será apresentada neste trabalho,

pois, a rodovia objeto de estudo deste trabalho foi considerada em terreno plano em sua totalidade.

A situação de tráfego em terreno plano expressa que a velocidade dos caminhões e ônibus, assim como dos veículos recreativos, trafegam na mesma velocidade dos carros de passeio.

O fator de ajuste para motoristas atípicos (f_p) possui valor de 0,85 a 1,0, aonde o valor 1,0 representa que todos os motoristas da rodovia são costumeiros, logo, se deve sempre utilizar nos cálculos o valor de 1,0, a menos que hajam evidências do contrário.

2.7.2.8 Determinando a capacidade

A valor da capacidade da rodovia de múltiplas faixas é obtida da Tabela 3, seção 2.7.2.2, segundo a velocidade de fluxo livre na rodovia.

Caso o volume da demanda calculado ultrapasse o valor da capacidade obtido na Tabela 3, a rodovia será considerada já com nível de serviço F.

2.7.2.9 Estimar a velocidade e densidade

A valor da densidade é obtido através da Equação 3.14 e expressa quantidade de carros de passeio por milha por faixa da rodovia (pc/mi/ln).

$$D = \frac{v_p}{S} \quad (3.14)$$

Onde:

D = Densidade (pc/mi/ln);

v_p = Volume de tráfego nas condições básica (pc/h/ln);

S = Velocidade operacional para o nível de demanda (mi/h);

O valor da velocidade operacional para o nível de demanda (S) é estimada através das relações apresentadas na Figura 11, seção 2.7.2.1.

2.7.2.10 Determinar o Nível de Serviço (LOS)

O nível de serviço (LOS) de rodovias de múltiplas faixas é determinado pela Figura 12, já apresentada na seção 2.7.2.3, a partir do valor da densidade (D) calculada na seção 2.7.2.9.

3 MÉTODO

3.1 PESQUISA DE TRÁFEGO

3.1.1 Determinação dos segmentos homogêneos

A pesquisa de tráfego parte do estudo da via, através de visitas ao local, utilizando de ferramentas como o Google Earth, Google Maps, através de consulta de acervo cartográfico de órgãos oficiais, ou outros meios que estejam disponíveis, com o intuito de identificar segmentos homogêneos de tráfego, características físicas da via, entre outros dados.

3.1.2 Consulta de dados de tráfego existentes

A busca por dados de tráfego já existentes pode ser realizada em órgãos oficiais e também a empresas que trabalhem com pesquisa de tráfego e/ou projetos de estradas, porém a disponibilização de tais dados pode ser onerosa, dependendo do uso que se fará dos mesmos. Dados já existentes podem complementar o estudo, ou até mesmo substituir a necessidade de realizar uma pesquisa de tráfego no local.

3.1.3 Contagem volumétrica do tráfego

Com os segmentos homogêneos identificados, aloca-se os postos de pesquisa, locais onde serão realizadas as pesquisas volumétricas de tráfego, manuais e/ou automatizadas, conforme disponibilidade destas. O ideal é que os postos de contagem sejam posicionados distantes das extremidades do trecho em estudo, para evitar distorções nos resultados. O período de pesquisa, equipamento utilizado, tipo e dados coletados podem influenciar diretamente nos resultados esperados.

3.1.4 Pesquisa da velocidade de fluxo livre

O ideal da velocidade de fluxo livre é que a mesma seja medida em campo, em período onde o volume de tráfego seja inferior à 200 veículos por hora, e sejam pesquisadas pelo menos 100 amostras. Existem várias formas de pesquisa da velocidade de fluxo livre, uma delas é a através da pesquisa de velocidade média de viagem.

3.2 PROJEÇÃO VOLUMÉTRICA

Para calcular a demanda de tráfego futura em uma via é necessário primeiramente definir qual será a taxa anual de crescimento do tráfego. A taxa de crescimento pode ser calculada a partir de dados de volume tráfego da própria via, em anos distintos, através de dados de tráfego de vias próximas de uso similar e/ou, através de dados de crescimento da região. Existem diversas formas de cálculo da taxa de crescimento, uma delas é através de projeção geométrica ou exponencial.

3.3 DETERMINAÇÃO DA DEMANDA DE TRÁFEGO

A partir dos dados da pesquisa volumétrica de tráfego determina-se os volumes horários de projeto (VHP) para o ano da pesquisa, e através da aplicação da taxa anual de crescimento do tráfego obtém-se a demanda de tráfego futura, para o horizonte de projeto desejado.

3.4 DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE E NÍVEL DE SERVIÇO DA VIA

De posse dos dados necessários, procede-se a aplicação do método do *Highway Capacity Manual 2010* (HCM 2010) para a determinação da capacidade e nível de serviço da via para os cenários propostos. Os fatores de cálculo necessários e critérios utilizados são definidos no próprio método. Os resultados podem ser utilizados para tomadas de decisão de ampliação e/ou melhorias da via.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 PESQUISA DE TRÁFEGO

4.1.1 Determinação dos segmentos homogêneos

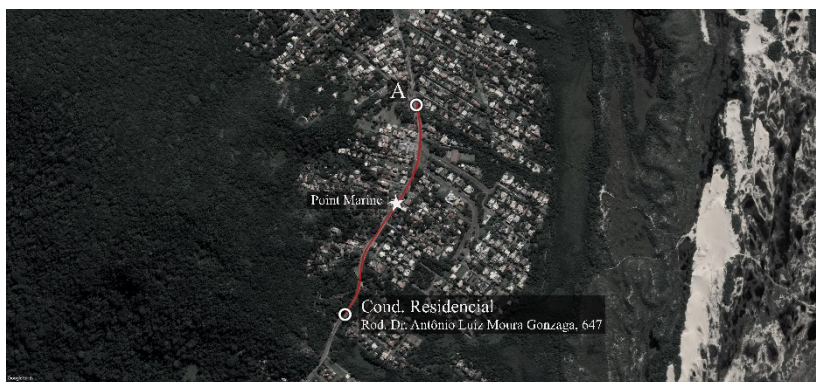
A definição dos segmentos homogêneos de tráfego da Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga teve como ponto de partida o estudo do entorno e do trânsito da rodovia através de visitas ao local e com o uso das ferramentas “Geoprocessamento” da Prefeitura Municipal de Florianópolis, “Trânsito” do Google Maps, e do Google Earth.

As visitas ao local e o uso da ferramenta “Trânsito” possibilitaram identificar as principais vias que possivelmente inserem e/ou recolhem significativo volume de veículos, ocasionando possíveis demandas de tráfego distintas ao longo da Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga.

As ferramentas “Geoprocessamento”, Google Maps e Google Earth, e também as visitas ao local, possibilitaram estudar o entorno da rodovia, o qual varia significativamente ao longo da mesma, podendo também ocasionar em demandas de tráfego ímpares em trechos da rodovia devido à possível incidência de significativo tráfego local nos trechos com entorno de características urbanas.

Sendo assim, a Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga foi dividida em 6 segmentos homogêneos de tráfego, com seus limites definidos segundo o entorno da rodovia e as intersecções com as citadas principais vias, sendo tais limites apresentados a seguir.

Figura 19 – Limites do Segmento Homogêneo 1 (SH1).



Fonte: PMF (2018) /Adaptado pelo autor.

Segmento Homogêneo 1 (SH1), representado na Figura 19, tem como limite inicial o ponto “A”, o qual representa o entroncamento com as ruas Ver. Osni Ortega e Laurindo J. da Silveira, e limite final o portão de acesso ao Cond. Horizontal Jardim Rio Tavares.

Figura 20 – Limites do Segmento Homogêneo 2 (SH2).



Fonte: PMF (2018) /Adaptado pelo autor.

Segmento Homogêneo 2 (SH2), representado na Figura 20, tem como limite inicial o Cond. Horizontal Jardim Rio Tavares e limite final a Serv. Oscar Manoel da Conceição, nas proximidades da Igreja de Pedra do Rio Tavares.

Figura 21 – Limites do Segmento Homogêneo 3 (SH3).



Fonte: PMF (2018) /Adaptado pelo autor.

Segmento Homogêneo 3 (SH3), representado na Figura 21, tem como limite inicial a Serv. Oscar Manoel da Conceição e limite final a Av. Campeche.

Figura 22 – Limites do Segmento Homogêneo 4 (SH4).



Fonte: PMF (2018) /Adaptado pelo autor.

Segmento Homogêneo 4 (SH4), representado na Figura 22, tem como limite inicial a Av. Campeche e limite final a Serv. Elpidio da Rocha.

Figura 23 – Limites do Segmento Homogêneo 5 (SH5).



Fonte: PMF (2018) /Adaptado pelo autor.

Segmento Homogêneo 5 (SH5), representado na Figura 23, tem como limite inicial a Serv. Elpídio da Rocha e limite final a R. Pau de Canela.

Figura 24 – Limites do Segmento Homogêneo 6 (SH6).



Fonte: PMF (2018) /Adaptado pelo autor.

Segmento Homogêneo 6 (SH6), representado na Figura 24, tem como limite inicial a R. Pau de Canela e limite final o denominado ponto “B”, intersecção com a rodovia SC-406, local do futuro elevado do Rio Tavares.

Os comprimentos dos segmentos homogêneos de tráfego estão expressos a seguir, na Tabela 5.

Tabela 5 – Comprimentos dos segmentos homogêneos.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
Comprimento (km)	0,67	0,9	0,94	0,57	1,08	0,74
Comprimento (mi)	0,41	0,56	0,58	0,36	0,67	0,46

Fonte: Elaboro pelo autor.

Um resumo dos limites iniciais e finais dos segmentos homogêneos, já descritos anteriormente, estão expressos a seguir, no Quadro 12.

Quadro 12 – Limites dos segmentos homogêneos.

SH1 (início/término)
A (R. Ver. Osni Ortega, R. Laurindo J. da Silveira) Cond. Horizontal Jardim Rio Tavares, SC-406, 647
SH2 (início/término)
Cond. Horizontal Jardim Rio Tavares, SC-406, 647 Serv. Ver. Oscar Manoel da Conceição
SH3 (início/término)
Serv. Ver. Oscar Manoel da Conceição Av. Campeche
SH4 (início/término)
Av. Campeche Serv. Elpídio da Rocha
SH5 (início/término)
Serv. Elpídio da Rocha R. Pau de Canela
SH6 (início/término)
R. Pau de Canela B (SC-405)

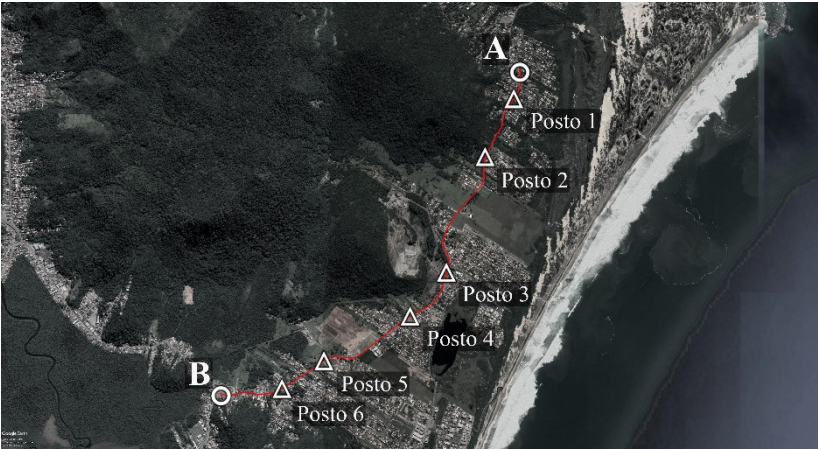
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.2 Contagem volumétrica do tráfego

Foi realizada pesquisa de tráfego do tipo contagem volumétrica manual, direcional e classificatória, durante o horário de pico (das 18h às 19h, segundo os dados de 2013 do DEINFRA) divididos em períodos de quarto de hora, em dias de semana, do mês de maio, em cada segmento homogêneo da Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga.

A posição de cada posto de contagem, local em cada segmento homogêneo onde foi realizada contagem volumétrica do tráfego, buscou que cada posto estivesse distante das extremidades do segmento, que fosse um local com iluminação suficiente para poder registrar os dados e que permitisse realizar a pesquisa com segurança. A localização dos postos de contagem pode ser visualizada na Figura 25, e também, de forma detalhada, no Quadro 13.

Figura 25 – Localização dos postos de contagem na via.



Fonte: PMF (2018) /Adaptado pelo autor.

Quadro 13 – Localização dos postos de contagem.

Trecho	Posto	Referência/Endereço/Coordenada
SH1	Posto 1	Ref.: Point Marine End.: SC-406, 300 (-27.635579, -48.472098)
SH2	Posto 2	Ref.: DEINFRA/Mercado Ferrari End.: SC-406, 949-905 (-27.640991, -48.474978)
SH3	Posto 3	Ref.: Pedrita End.: SC-406, 2203-2179 (-27.650782, -48.478754)
SH4	Posto 4	Ref.: Hiperbom Supermercado End.: SC-406, 2855-2755 (-27.654457, -48.481984)
SH5	Posto 5	Ref.: Cond. Quinta dos Açores End.: SC-406, 3825 (-27.658576, -48.490946)
SH6	Posto 6	Ref.: Cia do Crepe End.: SC-406, 4313-4263 (-27.661016, -48.495071)

Fonte: Quadro elaborado pelo autor; endereços e coordenadas do Google Maps.

O Posto 2, localizado no segmento homogêneo 2 (SH2), foi alocado intencionalmente nas proximidades do Mercado Ferrari, pois é o local onde foi realizada a contagem de 2013 do DEINFRA. Todas as relações, cálculos e comparações entre a pesquisa de 2013, do DEINFRA e a pesquisa de 2018, realizada neste trabalho, foram obtidos primeiramente das relações dos dados do DEINFRA com os dados do Posto 2, e então do Posto 2 em relação aos demais no Postos.

O primeiro dia de pesquisa ocorreu no Posto 2, em uma quarta-feira do mês de maio de 2018, sendo a quarta-feira o dia da semana que foi relacionado mais diretamente com os dados de 2013 do DEINFRA. A pesquisa nos demais Postos aconteceu ao longo de 3 semanas do mês de maio, às terças, quartas e quintas-feiras.

Os veículos considerados na contagem classificatória foram carros de passeio, motos, ônibus, caminhões, bicicletas e veículos não classificáveis. O *Highway Capacity Manual* 2010 (HCM 2010) classifica os veículos pela performance dos mesmos, e baseado neste conceito, foram unidos no mesmo grupo carros de passeio e motos (Carros/Motos) e ônibus e caminhões (Ônibus/Caminhões). As bicicletas foram mantidas em um grupo a parte e, apesar de terem sido consideradas nas contagens volumétricas de tráfego realizadas em maio de 2018, as mesmas não foram incluídas no desenvolvimento do estudo realizado neste trabalho por simplificação do modelo e devido as bicicletas observadas trafegarem principalmente pelos acostamentos e passeios adjacentes a via. Não foi observada a presença de veículos não classificáveis na via durante as contagens realizadas em maio de 2018. As proporções de cada grupo de veículos são expressas em volumes de tráfego, para cada segmento homogêneo, independente do sentido do tráfego.

A pesquisa de tráfego foi também direcional e dividida em quartos de hora do horário de hora pico. A pesquisa direcional expressa as proporções do tráfego por sentido, no horário de pico, em dias de semana, do mês de maio de 2018. A divisão em quarto de hora da hora pico permitiram obter diretamente o Fator de Hora Pico (PHF) para cada segmento homogêneo.

Os resultados da pesquisa de tráfego, os quais se encontram na Tabela 6, foram o Volume Horário de Projeto (VHP) que representa o volume de tráfego no horário de pico observado nos postos de contagem de cada segmento homogêneo, Fator de Hora Pico (PHF), proporção do tráfego por sentido de trânsito na via (A-B ou B-A), e proporção de Carros/Motos e Ônibus/Caminhões no volume de tráfego encontrado.

Tabela 6 – Resultados da contagem volumétrica de tráfego para o horário de pico.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
VHP	1320	1326	1613	1087	1151	1505
PHF	0,90	0,92	0,92	0,92	0,92	0,98
A-B ¹	63,7%	63,0%	65,4%	56,3%	55,4%	67,0%
B-A ²	36,3%	37,0%	34,6%	43,7%	44,6%	33,0%
Carros/Motos	98,2%	98,0%	97,9%	98,1%	98,0%	97,8%
Ônibus/Caminhões	1,8%	2,0%	2,1%	1,9%	2,0%	2,2%

1. Tráfego no sentido A-B (Lagoa da Conceição - Sul da Ilha).

2. Tráfego no sentido B-A (Sul da Ilha - Lagoa da Conceição).

Fonte: Elaborado pelo autor.

A ficha de contagem de tráfego utilizada na pesquisa encontra-se na Figura 30 (Apêndice C). O resultado da pesquisa completo, considerando o volume de bicicletas no volume total de veículos observados, pode ser conferido na Tabela 49 (Apêndice B).

4.1.3 Pesquisa da velocidade média de viagem

Foi realizada pesquisa de velocidade média de viagem para a determinação da velocidade de fluxo livre (FFS) na rodovia, e para tal, a pesquisa aconteceu ao início da manhã de sábado, período de volume de tráfego menor que 200 veículos por hora, como exposto na Tabela 50, anexo Dados de Tráfego do DEINFRA (Anexo B).

O desenvolvimento da pesquisa se deu pelo uso do serviço de transporte UBER, onde os motoristas foram orientados a trafegar pela via da forma natural para o tráfego encontrado no momento da pesquisa, que já iniciassem o percurso com velocidade de percurso esperada e, no caso de interferência de outros veículos, que se desvencilhassem dos mesmos rapidamente.

Foram realizadas 3 viagens de ida e volta, no período citado, em um dia de sábado apenas. Os tempos de percurso foram registrados individualmente para cada segmento homogêneo e também por sentido de percurso, porém o resultado final da pesquisa é a velocidade média por segmento homogêneo, sem distinção de sentido de percurso, isto por simplificação e devido aos comprimentos, obstáculos e interferências no percurso dos trechos em ambos os sentidos serem os similares, e devido

aos tempos de ida e de volta por viagem realizada serem muito próximos uns aos outros, independente do sentido de tráfego na via, o que não resultaria em modificações significativas nos resultados caso os tempos de percurso fossem considerados individualmente para cada sentido de tráfego na via. Devido às limitações, não foram realizadas mais viagens.

Durante os estudos do tráfego na rodovia, foi possível identificar a sinalização da velocidade regulamentar ao longo da rodovia, a qual é escassa ou inexistente, dependendo do segmento homogêneo (SH) considerado. A sinalização encontrada indica a velocidade máxima de 40 km/h no SH1, alterna entre 40 km/h e 60 km/h em SH2 e SH3, e indica a velocidade máxima de 60 km/h no SH6. Não foi encontrada sinalização de velocidade máxima em SH4 e SH5, porém, baseado nas características do entorno e nas FFS observadas, considero que o SH5 se assemelha mais ao SH6, o que indica que possivelmente a velocidade regulamentar no SH5 seja de 60 km/h, e SH4 possivelmente possui velocidade regulamentar de 40 km/h a 60 km/h.

Os resultados da velocidade de fluxo livre (FFS) obtida através da pesquisa de velocidade média de viagem, são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Velocidade de Fluxo Livre (FFS).

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
(km/h)	32,4	32,1	29,4	33,7	42,7	45,5
(mi/h)	20,1	19,9	18,3	20,9	26,5	28,3

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.4 Dados de tráfego do DEINFRA

Em 2013 foram coletados, pelo Departamento Estadual de Infraestrutura de Santa Catarina (DEINFRA), dados de volume de tráfego, por contador automático, sensor de micro-ondas (M.O.), instalado na SC-406, trecho da Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga, nas proximidades do Mercado Ferrari. Os dados desta pesquisa, realizada e fornecida pelo DEINFRA para uso no presente trabalho, foram utilizados no cálculo dos fatores de expansão necessário para calcular o Volume Médio Diário Anual (VMDa) de 2018 e a Taxa de Crescimento Anual (T_{CR}), utilizada para estimar a demanda de tráfego de 2028.

A contagem de tráfego de 2013 foi realizada com o uso de contador automático, sensor de micro-ondas, durante os meses de abril, maio e junho, todos os 7 dias da semana, nas 24 horas do dia.

Os dados do DEINFRA apresentam resultados já calculados, como por exemplo o VMDa de 2013, mas o material fornecido não precisa como tais resultados foram alcançados. Considerando que o DEINFRA é o órgão oficial competente, autoridade estadual máxima no tema, e por este estudo se tratar apenas de trabalho de conclusão de curso, os dados recebidos não foram questionados.

Devido ao grande volume de dados disponibilizados pelo DEINFRA, são apresentados ao longo do trabalho apenas os dados que foram necessários no desenvolvimento deste trabalho.

4.2 CÁLCULO DA TAXA DE CRESCIMENTO DO TRÁFEGO

4.2.1 Fatores de expansão

4.2.1.1 Fator de expansão diário (FD)

O fator de expansão diário (FD) foi calculado a partir dos dados de volume de tráfego médio horário de quarta-feira de maio de 2013, sendo tais volumes médios já calculados pelo DEINFRA.

Os volumes horários e os resultados encontrados são mostrados na Tabela 8, sendo que o Volume Horário da hora da pesquisa (VH_h) é o das 18 às 19 horas, mesmo horário dos dados da pesquisa atual, de 2018.

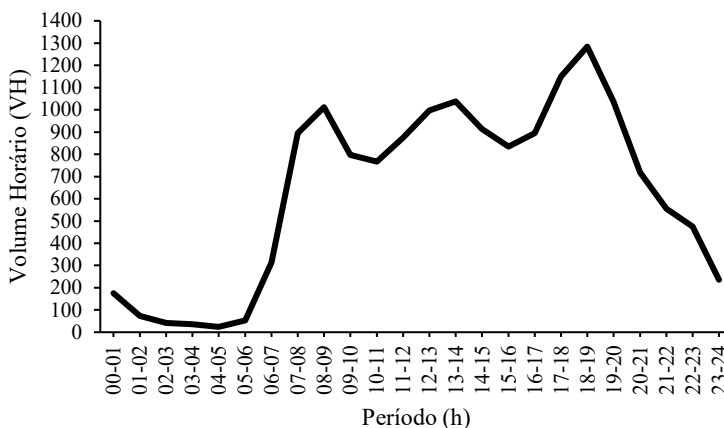
Tabela 8 – Cálculo do Fator de Expansão Diário (FD).

Dia/Mês/Ano	Quarta-feira/maio/2013					
Período (h)	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06
VH	176	74	42	36	24	53
Período (h)	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12
VH	313	895	1011	797	767	875
Período (h)	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
VH	997	1038	914	834	895	1150
Período (h)	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
VH	1284	1036	718	555	475	236
VH₂₄	15195					
VH_h	1284					
FD	11,83					

Fonte: Elaborado pelo autor; base de dados de 2013 do DEINFRA.

A variação do Volume Horário (VH) de quarta-feira de maio de 2013 é expressa no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Variação do Volume Horário (VH) diário de quarta-feira de maio de 2013.



Fonte: Elaborado pelo autor; base de dados de 2013 do DEINFRA.

4.2.1.2 Fator de expansão semanal (FS)

O fator de expansão semanal (FS) foi calculado a partir dos dados de volume de tráfego médio semanal de maio de 2013, dados do DEINFRA.

Os volumes semanais e os resultados encontrados são mostrados na Tabela 9, aonde o Volume Médio Diário em um dia da semana (VMDd) é o do mês de maio.

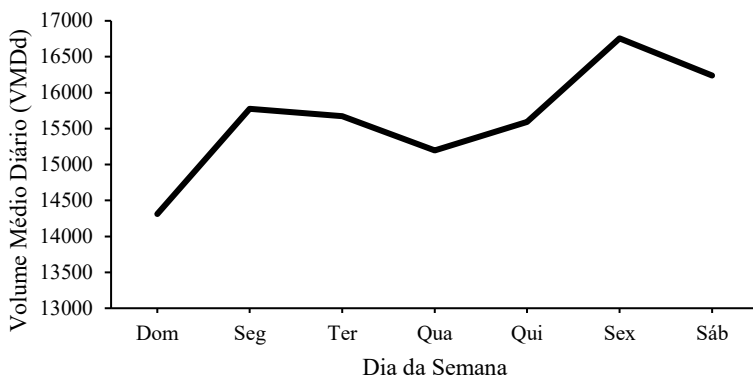
Tabela 9 – Cálculo do Fator de Expansão Semanal (FS).

Mês/Ano	Maio/2013						
Dia	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb
VMDd	14311	15774	15673	15195	15591	16756	16238
VMDs	15648						
FS	1,03						

Fonte: Elaborado pelo autor; base de dados de 2013 do DEINFRA.

A variação do Volume Médio Diário em um dia da semana (VMDd) do mês de maio de 2013 é expressa no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Variação do volume Médio Diário (VMDd) semanal de maio de 2013.



Fonte: Elaborado pelo autor; base de dados de 2013 do DEINFRA.

4.2.1.3 Fator de expansão mensal (FM)

O fator de expansão mensal (FM) foi calculado a partir dos dados de volume de tráfego médio mensal de maio de 2013, dados do DEINFRA.

O Volume Médio Diário Anual de 2013 ($VMDa_{2013}$) é dado pelo DEINFRA, porém o acervo de dados fornecido não expressa quais dados foram utilizados para se chegar a este valor, mas, como já relatado anteriormente, por se tratar do órgão estadual competente, os dados recebidos não foram questionados. O resultado do cálculo do Fator de Expansão Mensal é apresentado na Tabela 10.

Tabela 10 – Cálculo do Fator de Expansão Mensal (FM).

VMDa₂₀₁₃	16383
VMDm_{maio}	15648
FM	1,05

Fonte: Elaborado pelo autor; base de dados de 2013 do DEINFRA.

4.2.2 Volume médio diário anual (VMDa)

O volume médio diário anual (VMDa) foi calculado, na sequência apresentada abaixo, a partir dos fatores de expansão calculados anteriormente e do Volume Horário de Projeto (VHP) da pesquisa realizada no Posto 2 no horário de pico, 18 às 19h, em dia de quarta-feira de maio de 2018. Os resultados são apresentados na Tabela 11.

O Fator de Expansão Horária (FH) foi aplicado diretamente sobre o VHP, resultando no volume de tráfego total das 24 horas de quarta-feira de maio de 2018.

O Fator de Expansão Diário (FD) foi aplicado sobre o volume de tráfego total das 24 horas, resultando no Volume Médio Diário da semana da pesquisa (VMDs).

Segundo DENIT/IPR (2006), normalmente, por simplificação e falta de maiores informações, admite-se que o tráfego médio diário da semana da pesquisa é igual ao tráfego médio diário do mês da pesquisa, logo o Volume Médio Diário Mensal (VMDm) é igual ao VMDs.

O Fator de Expansão Mensal (FM) foi aplicado sobre o VMDm, resultando, enfim, no Volume Médio Diário Anual (VMDa) de 2018.

Tabela 11 – Cálculo do Volume Médio Diário Anual de 2018.

Volume / Fator de Expansão / Resultado	
VHP	1326
FD	11,83
V_{24 h}	15687
V _{24 h}	15687
FS	1,03
VMDs	16157
VMDm	16157
FM	1,05
VMDa₂₀₁₈	16965

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.3 Taxa de crescimento do tráfego (T_{CR})

Foi utilizada projeção geométrica para definir a taxa de crescimento do tráfego (T_{CR}), anual, expressa em porcentagem, sendo o cálculo da mesma efetuado em relação aos anos 2013 e 2018, e o Volume Médio Diário Anual respectivo para 2013 e 2018. O resultado dos cálculos estão na Tabela 12. Foi utilizada projeção geométrica devido a variação exponencial ser a mais provável para períodos curtos ou de média duração, segundo o DNIT/IPR (2006).

Tabela 12 – Cálculo da Taxa de Crescimento anual (T_{CR}).

Ano	2013	2018
VMDa	16383	16965
T_{CR} (a.a.)	0,70%	

Fonte: Elaborado pelo autor; base de dados de 2013 do DEINFRA.

4.3 DEMANDA DE TRÁFEGO

A partir do Volume Horários de Projeto (VHP), resultado da pesquisa de tráfego de 2018, e utilizando a Taxa de Crescimento anual (T_{CR}) calculada anteriormente, foi realizada a expansão dos volumes de tráfego para um horizonte de projeto de 10 anos, ou seja, para 2028.

Tabela 13 – Volume Horário de Projeto (VHP) por segmento homogêneo, para 2018 e 2028, sentido A-B.

Volumes Horários de Projeto (VHP) para o mês de maio de 2018.						
Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
VHP	841	835	1046	612	638	1008
Volumes Horários de Projeto (VHP) projetados para o mês de maio de 2028 (horizonte de projeto de 10 anos).						
Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
VHP	902	895	1122	656	684	1081
$T_{CR\ a.a.} = 0,70\%$						
Horizonte de projeto: 10 anos.						

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 14 – Volume Horário de Projeto (VHP) por segmento homogêneo, para 2018 e 2028, sentido B-A.

Volumes Horários de Projeto (VHP) para o mês de maio de 2018.						
Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
VHP	479	491	567	475	513	497
Volumes Horários de Projeto (VHP) projetados para o mês de maio de 2028 (horizonte de projeto de 10 anos).						
Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
VHP	514	526	608	509	550	533
TCR a.a. = 0,70%						
Horizonte de projeto: 10 anos.						

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os volumes de tráfego, por segmento homogêneo, de 2018 e os volumes de tráfego projetados para o horizonte de projeto 2028, também por segmento homogêneo, representam “demanda de tráfego atual (2018)” e “demanda de tráfego projetada (2028)” citadas neste Trabalho de Conclusão de Curso. Os VHPs e PHFs por segmento homogêneo e ano de demanda/projeto são apresentadas na Tabela 13 e Tabela 14.

4.4 DENSIDADE DE PONTOS DE ACESSO

A densidade de pontos de acesso foi estabelecida com o auxílio da ferramenta Google Maps e Google Earth. Com o uso do mapa “Satélite”, do Google Maps, foi realizada a contagem dos pontos de acesso para cada segmento. Os comprimentos dos trechos de rodovia dos segmentos homogêneos foram medidos pelo Google Earth.

A partir da quantidade de pontos de acesso e comprimento de rodovia de cada segmento homogêneo, foi realizado o cálculo da densidade de pontos de acesso por milha. Os resultados do estudo de densidade de pontos de acesso estão registrados na Tabela 15.

Tabela 15 – Densidade de pontos de acesso por segmento homogêneo.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
Comprimento (mi)	0,41	0,56	0,58	0,36	0,67	0,46
Pontos de acesso por trecho	19	17	15	14	19	13
Densidade de pontos de acesso por milha	46	30	26	39	28	28

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.5 ZONAS DE NÃO ULTRAPASSAGEM

O percentual de zonas de não ultrapassagem ao longo da Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga foi estabelecido com o uso da ferramenta “Street View” do Google Maps, e por observação no local, onde o autor caminhou por toda a extensão da via em cada segmento homogêneo.

Apesar das condições ruins de manutenção da sinalização de trânsito na via, foi possível concluir que a rodovia não possui zonas de ultrapassagem em toda a sua extensão, logo o percentual de zonas de não ultrapassagem é de 100%.

Figura 26 – Sinalização vertical de ultrapassagem proibida.



Fonte: Registrado pelo autor.

Figura 27 – Sinalização horizontal de ultrapassagem proibida.



Fonte: Registrado pelo autor.

Foi observado também que nem sempre a restrição de ultrapassagem é respeitada pelos motoristas que trafegam pela via, o que pode ser um sintoma de que a qualidade de tráfego na via é inferior ao esperado pelos usuários, mas esta abordagem não foi levada em consideração na elaboração do presente trabalho.

Os registros fotográficos realizados ao longo da caminhada pela rodovia expõem a sinalização de não ultrapassagem encontrada na via. São exemplos do que foi encontrado na via a Figura 26, sinalização vertical de ultrapassagem proibida, única placa do tipo encontrada ao longo da via, e a Figura 27, sinalização horizontal de ultrapassagem proibida, encontrada ao longo de toda a via.

4.6 ELEVAÇÃO DO TERRENO

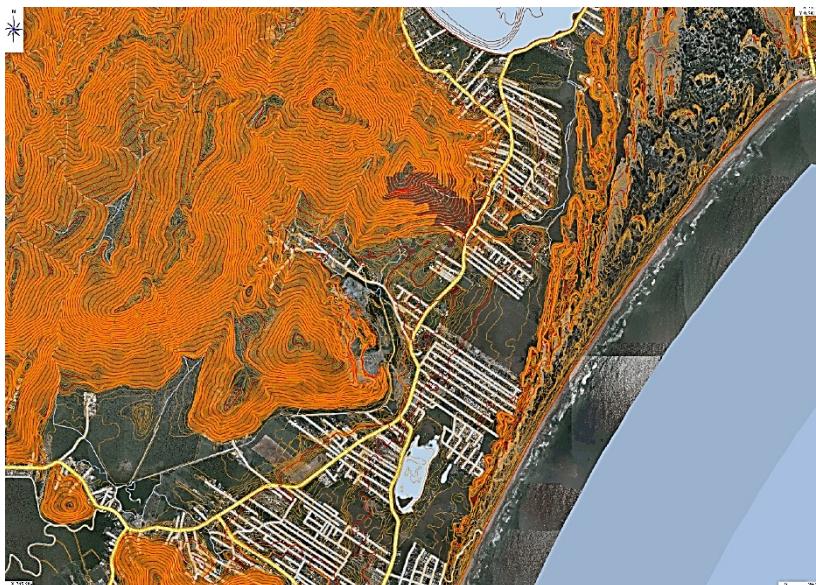
O estudo da elevação do terreno foi realizado através da ferramenta “Geoprocessamento” da Prefeitura Municipal de Florianópolis, e por observações realizadas em visitas ao local.

Nas visitas ao local, onde foi realizada caminhada ao longo de toda a extensão da rodovia, não foram observados indicativos de declividades acentuadas, como presença de terceira faixa nas rampas ascendentes, trânsito lento ocasionado por veículos pesado em trechos de subida e/ou

maiores esforços para caminhar ao longo da rodovia, o que poderia ocorrer no caso da presença de subidas íngremes.

Através da ferramenta “Geoprocessamento” foi possível acesso ao mapa topográfico da região onde a rodovia está inserida, como ilustrado na Figura 28. O mapa topográfico expõe que a rodovia pode ter sido concebida de forma a evitar os terrenos mais íngremes.

Figura 28 – Mapa topográfico da região.



Fonte: PMF (2018).

Apesar das informações descritas anteriormente não serem conclusivas quanto a presença ou não de rampas com inclinação maiores que 3%, o observado indica a predominância de terreno plano, logo, por simplificação e por falta de maiores informações, foi considerado neste trabalho a presença de terreno plano, e greide inferior à 3%, ao longo de toda a Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga.

O desejado nesta etapa do trabalho era conseguir acesso as seções longitudinais do projeto da rodovia e/ou valores das inclinações de cada trecho da mesma, mas este acesso não foi possível, e consequentemente, para este trabalho de conclusão de curso, foram consideradas suficientes as informações e simplificações explanadas anteriormente nesta seção.

4.7 ESTUDO DA CAPACIDADE E NÍVEL DE SERVIÇO

4.7.1 Cenário 1: seção transversal de pista simples, demanda de tráfego 2018

A seguir são apresentados os resultados da sequência de cálculos do método *Highway Capacity Manual* 2010 (HCM 2010), para rodovias de fluxo ininterrupto de pista simples, para a demanda de tráfego de 2018. A seção transversal considerada é a atual da Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga.

4.7.1.1 Dados de entrada

Os dados geométricos e classe da rodovia para cada segmento homogêneo (SH) são apresentadas na Tabela 16.

Tabela 16 – Pista simples: dados geométricos e classe da rodovia.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
Classe da rodovia	III	III	III	III	III	III
Terreno	Plano	Plano	Plano	Plano	Plano	Plano
Densidade de pontos de acesso	46	30	26	39	28	28
Zonas de não ultrapassagem	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Número de faixas	2	2	2	2	2	2
Largura das faixas (m)	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
Largura das faixas (pés)	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8
Largura dos acostamentos (m)	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Largura dos acostamentos (pés)	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7.1.2 Velocidade de fluxo livre (FFS)

A velocidade de fluxo livre (FFS) obtida através de pesquisa de velocidade média de viagem para cada segmento homogêneo (SH) é apresentada na Tabela 17.

Tabela 17 – Velocidade de Fluxo Livre (FFS).

FFS¹	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
(km/h)	32,4	32,1	29,4	33,7	42,7	45,5
(mi/h)	20,1	19,9	18,3	20,9	26,5	28,3

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7.1.3 Ajuste da demanda para as condições básicas

O valor do cálculo do ajuste da demanda para a velocidade média de viagem ($V_{d,ATS}$), e dos fatores necessários para o cálculo do mesmo, são apresentados para cada sentido do tráfego na Tabela 18 e Tabela 19, considerando a demanda de tráfego para maio de 2018.

Tabela 18 – Cálculo do $V_{d,ATS}$ (pc/h), demanda de tráfego para maio de 2018, sentido A-B.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
VHP	841	835	1046	612	638	1008
PHF	0,90	0,92	0,92	0,92	0,92	0,98
$f_{g,ATS}$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
V_d	935	908	1137	666	694	1029
Pt	1,8%	2,0%	2,1%	1,9%	2,0%	2,2%
Pr	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Et	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,0
Er	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$f_{HV,ATS}$	1,000	1,000	1,000	0,998	0,998	1,000
$V_{d,ATS}$ (pc/h)	935	908	1137	667	695	1029

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 19 – Cálculo do $V_{d, ATS}$ (pc/h), demanda de tráfego para maio de 2018, sentido B-A.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
VHP	479	491	567	475	513	497
PHF	0,9	0,92	0,92	0,92	0,92	0,98
$f_{g, ATS}$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
V_d	533	534	617	517	558	508
Pt	1,8%	2,0%	2,1%	1,9%	2,0%	2,2%
Pr	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Et	1,2	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2
Er	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$f_{HV, ATS}$	0,996	0,996	0,998	0,996	0,998	0,996
$V_{d, ATS}$ (pc/h)	535	536	618	519	559	510

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os valores do volume horário de projeto (VHP) e fator de hora pico (PHF) já foram calculados e apresentados na seção 4.7.1.1. O fator de ajuste de greide ($f_{g, ATS}$) é obtido da Figura 6 da seção 2.7.1.6, sendo que o $f_{g, ATS}$ possui valor igual a 1,0 para todos os trechos devido ao terreno ao longo de toda a rodovia ser considerado como plano. O valor da taxa de fluxo na direção da análise (V_d) foi calculado segundo a Equação 3.4 da seção 2.7.1.6. O valor do ajuste para veículos pesados ($f_{HV, ATS}$) foi calculado através da Equação 3.5, seção 2.7.1.6. As proporções de caminhões e ônibus (Pt) e de veículos recreativos (Pr) foram obtidos do estudo do tráfego da via realizado em maio de 2018. Os equivalentes em carros de passeio para caminhões e ônibus (Et) e para veículos recreativos (Er) são obtidos da Figura 7, seção 2.7.1.6, para o caso de rodovia em terreno plano. O ajuste de demanda para velocidade média ($V_{d, ATS}$) é calculado através da Equação 3.3 da seção 2.7.1.6.

4.7.1.4 Cálculo da velocidade média de viagem (ATS)

O valor do cálculo da velocidade média de viagem (ATS) foi realizado na direção do tráfego em análise (ATS_d) através da Equação 3.6, seção 2.7.1.7, sendo os resultados dos cálculos apresentados na Tabela 20, considerando a demanda de tráfego para maio de 2018.

O fator de ajuste devido a porcentagem de zonas de não ultrapassagem ($f_{np, ATS}$) foi obtido da Figura 8, seção 2.7.1.7, sendo necessária a interpolação sobre os valores da taxa de fluxo de demanda na direção oposta da análise ($V_{o, ATS}$). A velocidade de fluxo livre (FFS) medida em todos segmentos homogêneos foi inferior à 45 mi/h, não sendo necessária interpolação devido a FFS neste caso. A porcentagem de zonas de não ultrapassagem é de 100% em todos segmentos homogêneos da rodovia, como justificado na seção 4.5.

Tabela 20 – Cálculo da velocidade média de viagem (ATS_d), demanda de tráfego para maio de 2018, sentido A-B.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
FFS (mi/h)	20,1	19,9	18,3	20,9	26,5	28,3
$V_{d, ATS}$ (pc/h)	935	908	1137	667	695	1029
$V_{o, ATS}$ (pc/h)	535	536	618	519	559	510
$f_{np, ATS}$	2,1	2,1	1,7	2,2	2,0	2,2
ATS_d (mi/h)	6,6	6,6	3,0	9,5	14,8	14,2

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7.1.5 Cálculo da porcentagem da velocidade de fluxo livre (PFFS)

A porcentagem da velocidade de fluxo livre (PFFS) é o fator utilizado pelo HCM 2010 para a determinação do nível de serviço (LOS) de rodovias de fluxo ininterrupto de classe III.

O valor do PFFS, o qual é calculado através da Equação 3.7, seção 2.7.1.8, é apresentado na Tabela 21, considerando a demanda de tráfego para maio de 2018.

Tabela 21 – Cálculo da Porcentagem da Velocidade de Fluxo Livre (PFFS), demanda de tráfego para maio de 2018, sentido A-B.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
ATS_d (mi/h)	6,6	6,6	3	9,5	14,8	14,2
FFS (mi/h)	20,1	19,9	18,3	20,9	26,5	28,3
PFFS	32,8%	33,2%	16,4%	45,5%	55,8%	50,2%

Fonte: Elaborado pelo autor.

A velocidade média de viagem na direção da análise (ATSd) e velocidade de fluxo livre (FFS), dados necessários no cálculo do PFFS, são obtidos, respectivamente, da seção 4.7.1.2 e seção 4.7.1.4.

4.7.1.6 Capacidade

A capacidade direcional nas condições prevaletentes da rodovia ($C_{d, ATS}$), para ambos os sentidos do tráfego, foi calculada através da Equação 3.8, seção 2.7.1.9, sendo os resultados apresentados na Tabela 22, com demanda de tráfego para maio de 2018. Para cálculo da $C_{d, ATS}$ são necessários o fator de ajuste de greide ($f_{g, ATS}$) e o ajuste para veículos pesados ($f_{HV, ATS}$), os quais foram obtidos da seção 4.7.1.3.

Tabela 22 – Capacidade direcional nas condições prevaletentes ($C_{d, ATS}$), demanda de tráfego para maio de 2018.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
$C_{d, ATS}$ (A-B)	1700	1700	1700	1697	1697	1700
$C_{d, ATS}$ (B-A)	1693	1693	1697	1693	1697	1693

Fonte: Elaborado pelo autor.

Porém, ao calcular a capacidade total (C_{total}) da rodovia, através da expansão da capacidade direcional nas condições prevaletentes ($C_{d, ATS}$) segundo a distribuição direcional do tráfego na rodovia, expressa na Tabela 23 para cada segmento homogêneo do estudo, a capacidade total obtida a partir dos dados no sentido de tráfego B-A excede a capacidade total limite ($C_{total, lim.}$) de 3200 veículos por hora nos dois sentidos da rodovia em trechos longos, e isto ocorre em todos os segmentos homogêneos do estudo, como apresentado na Tabela 24.

Tabela 23 – Distribuição direcional do tráfego.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
A-B	63,7%	63,0%	65,4%	56,3%	55,4%	67,0%
B-A	36,3%	37,0%	34,6%	43,7%	44,6%	33,0%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 24 – Capacidade total (C_{total}) na rodovia a partir da expansão dos dados de capacidade direcional ($C_{d, ATS}$) e distribuição do tráfego na rodovia, demanda de tráfego para maio de 2018.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
C_{total} (A-B)	2669	2699	2600	3015	3064	2538
C_{total} (B-A)	4664	4576	4905	3875	3805	5131

Fonte: Elaborado pelo autor.

Logo, a capacidade total nas duas direções da rodovia será limitada pela capacidade total obtida a partir dos dados no sentido de tráfego A-B, e a capacidade direcional (C_d) no sentido B-A será estimada subtraindo-se o valor da capacidade direcional no sentido A-B da capacidade total encontrada. No sentido A-B, a capacidade direcional permanece sendo a já apresentada na Tabela 22.

O valor final da capacidade total (C_{total}) e da capacidade direcional (C_d) para os segmentos homogêneos da rodovia são apresentados na Tabela 25.

Tabela 25 – Capacidade total (C_{total}) e capacidade direcional (C_d), demanda de tráfego para maio de 2018.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
C_d (A-B)	1700	1700	1700	1697	1697	1700
C_d (B-A)	969	999	900	1318	1367	838
C_{total}	2669	2699	2600	3015	3064	2538

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7.1.7 Nível de serviço (LOS)

Segundo o HCM 2010, o nível de serviço F (LOS F) é alcançado quando a demanda de tráfego na rodovia excede a capacidade da mesma, isto ocorrendo em uma ou ambas as direções. No caso do estudo realizado para a Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga, a demanda de tráfego foi inferior a capacidade calculada para a rodovia na seção 4.7.1.6 em todos os segmentos homogêneos (SH), como é apresentado na Tabela 26.

Tabela 26 – Capacidade da rodovia comparada com a demanda de tráfego nas condições básicas de modelagem, demanda de tráfego para maio de 2018.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
C_d (A-B)	1700	1700	1700	1697	1697	1700
$V_{d, ATS}$ (A-B)	935	908	1137	667	695	1029
C_{total}	2669	2699	2600	3015	3064	2538
$V_{total, ATS}$	1470	1444	1755	1186	1254	1539

Fonte: Elaborado pelo autor.

Logo, o nível de serviço (LOS) da Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga, de pista simples, fluxo ininterrupto e classe III, foi determinado a partir do valor calculado da porcentagem da velocidade de fluxo livre (PFFS), obtido da seção 4.7.1.5, e segundo os critérios apresentados na Tabela 1, seção 2.7.1.10. O resultado do LOS e PFFS de cada segmento homogêneo são apresentados para cada sentido do tráfego na Tabela 27 e **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Tabela 27 – Nível de serviço (LOS) e percentual da velocidade de fluxo livre (PFFS), demanda de tráfego para maio de 2018, sentido A-B.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
PFFS (%)	32,8%	33,2%	16,4%	45,5%	55,8%	50,2%
LOS	E	E	E	E	E	E

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7.1.8 Resultado

São apresentados a seguir os resultados dos cálculos do estudo da capacidade e nível de serviço (LOS), segundo o método HCM 2010, considerando a atual seção transversal de pista simples da Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga (SC-406), para a demanda da pesquisa de tráfego referente às horas pico em dias de semana do mês de maio de 2018. São expressos na Tabela 28 e **Erro! Fonte de referência não encontrada.** os valores do volume de tráfego na hora pico nas condições prevalentes (VHP), o volume de tráfego nas condições básicas de modelagem ($V_{d, ATS}$), a capacidade (C_d) e o nível de serviço (LOS), sendo tais valores indicados para seus respectivos segmentos homogêneos e sentido de tráfego.

Tabela 28 – Volume horário de projeto (VHP) de maio de 2018, volume de tráfego nas condições básicas ($V_{d,ATS}$), capacidade (C_d) e nível de serviço (LOS), sentido de tráfego A-B.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
VHP (pc/h)	841	835	1046	612	638	1008
$V_{d,ATS}$ (pc/h)	935	908	1137	667	695	1029
C_d (pc/h)	1700	1700	1700	1697	1697	1700
LOS	E	E	E	E	E	E

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 29 e **Erro! Fonte de referência não encontrada.** são apresentadas as relações entre volume e capacidade (V/C) para cada segmento homogêneo.

Tabela 29 – Relação entre volume e capacidade (V/C), sentido de tráfego A-B.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
V/C	0,55	0,53	0,67	0,39	0,41	0,61

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7.2 Cenário 2: seção transversal de pista simples, demanda de tráfego 2028

A seguir são apresentados os resultados da sequência de cálculos do HCM 2010 considerando novamente a seção transversal de pista simples atual da via, mas para a demanda de tráfego estimada para 2028.

4.7.2.1 Dados de entrada

Os dados geométricos e classe da rodovia para cada segmento homogêneo (SH) são apresentadas na Tabela 30.

Tabela 30 – Pista simples: dados geométricos e classe da rodovia.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
Classe da rodovia	III	III	III	III	III	III
Terreno	Plano	Plano	Plano	Plano	Plano	Plano
Densidade de pontos de acesso	46	30	26	39	28	28
Zonas de não ultrapassagem	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Número de faixas	2	2	2	2	2	2
Largura das faixas (m)	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
Largura das faixas (pés)	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8
Largura dos acostamentos (m)	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Largura dos acostamentos (pés)	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7.2.2 Velocidade de fluxo livre (FFS)

A velocidade de fluxo livre (FFS) obtida através de pesquisa de velocidade média de viagem para cada segmento homogêneo (SH) é apresentada na Tabela 31. São os mesmos dados utilizados no Cenário 1.

Tabela 31 – Velocidade de Fluxo Livre (FFS).

FFS ¹	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
(km/h)	32,4	32,1	29,4	33,7	42,7	45,5
(mi/h)	20,1	19,9	18,3	20,9	26,5	28,3

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7.2.3 Ajuste da demanda para as condições básicas

O valor do cálculo do ajuste da demanda para a velocidade média de viagem ($V_{d, ATS}$), e dos fatores necessários para o cálculo do mesmo, são apresentados para cada sentido do tráfego na Tabela 32 e Tabela 33, considerando a demanda de tráfego estimada para maio de 2028.

Os valores do volume horário de projeto (VHP) e fator de hora pico (PHF) já foram calculados e apresentados na seção 4.7.1.1. O fator de ajuste de greide ($f_{g, ATS}$) é obtido da Figura 6 da seção 2.7.1.6, sendo que o $f_{g, ATS}$ possui valor igual a 1,0 para todos os trechos devido ao terreno ao longo de toda a rodovia ser considerado como plano. O valor da taxa de fluxo na direção da análise (V_d) foi calculado segundo a Equação 3.4 da seção 2.7.1.6. O valor do ajuste para veículos pesados ($f_{HV, ATS}$) foi calculado através da Equação 3.5, seção 2.7.1.6. As proporções de caminhões e ônibus (Pt) e de veículos recreativos (Pr) foram obtidos do estudo do tráfego da via realizado em maio de 2018. Os equivalentes em carros de passeio para caminhões e ônibus (Et) e para veículos recreativos (Er) são obtidos da Figura 7, seção 2.7.1.6, para o caso de rodovia em terreno plano. O ajuste de demanda para velocidade média ($V_{d, ATS}$) é calculado através da Equação 3.3 da seção 2.7.1.6.

Tabela 32 – Cálculo do $V_{d, ATS}$ (pc/h), demanda de tráfego estimada para maio de 2028, sentido A-B.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
VHP	902	895	1122	656	684	1081
PHF	0,90	0,92	0,92	0,92	0,92	0,98
$f_{g, ATS}$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
V_d	1003	973	1187	714	744	1104
Pt	1,8%	2,0%	2,1%	1,9%	2,0%	2,2%
Pr	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Et	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,0
Er	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$f_{HV, ATS}$	1,000	1,000	1,000	0,998	0,998	1,000
$V_{d, ATS}$ (pc/h)	1003	973	1187	715	745	1104

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 33 – Cálculo do $V_{o, ATS}$ (pc/h), demanda de tráfego estimada para maio de 2028, sentido B-A.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
VHP	514	526	608	509	550	533
PHF	0,90	0,92	0,92	0,92	0,92	0,98
$f_{g, ATS}$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
V_d	572	572	629	639	598	544
Pt	1,8%	2,0%	2,1%	1,9%	2,0%	2,2%
Pr	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Et	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2
Er	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$f_{HV, ATS}$	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,996
$V_{d, ATS}$ (pc/h)	573	573	630	640	600	547

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7.2.4 Cálculo da velocidade média de viagem (ATS)

O valor do cálculo da velocidade média de viagem (ATS) foi realizado na direção do tráfego em análise (ATS_d) através da Equação 3.6, seção 2.7.1.7, sendo os resultados dos cálculos apresentados na Tabela 34, considerando a demanda de tráfego estimada para maio de 2028.

O fator de ajuste devido a porcentagem de zonas de não ultrapassagem ($f_{np, ATS}$) foi obtido da Figura 8, seção 2.7.1.7, sendo necessária a interpolação sobre os valores da taxa de fluxo de demanda na direção oposta da análise ($V_{o, ATS}$). A velocidade de fluxo livre (FFS) medida em todos segmentos homogêneos foi inferior à 45 mi/h, não sendo necessária interpolação devido a FFS neste caso. A porcentagem de zonas de não ultrapassagem é de 100% em todos segmentos homogêneos da rodovia, como justificado na seção 4.5.

Tabela 34 – Cálculo da velocidade média de viagem (ATS_d), demanda de tráfego estimada para maio de 2028, sentido A-B.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
FFS (mi/h)	20,1	19,9	18,3	20,9	26,5	28,3
$V_{d,ATS}$ (pc/h)	1003	973	1220	715	745	1104
$V_{o,ATS}$ (pc/h)	573	573	663	555	600	547
$f_{np,ATS}$	1,9	1,9	1,7	1,9	1,8	2,0
ATS_d (mi/h)	6,0	6,0	2,0	9,1	14,3	13,5

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7.2.5 Cálculo da porcentagem da velocidade de fluxo livre (PFFS)

O valor do PFFS, o qual é calculado através da Equação 3.7, seção 2.7.1.8, é apresentado para cada na Tabela 35, considerando a demanda de tráfego estimada para maio de 2028.

Tabela 35 – Cálculo da Porcentagem da Velocidade de Fluxo Livre (PFFS), demanda de tráfego estimada para maio de 2028, sentido A-B.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
ATS_d (mi/h)	6,0	6,0	2,0	9,1	14,3	13,5
FFS (mi/h)	20,1	19,9	18,3	20,9	26,5	28,3
PFFS	29,9%	30,2%	10,9%	43,5%	54,0%	47,7%

Fonte: Elaborado pelo autor.

A velocidade média de viagem na direção da análise (ATS_d) e velocidade de fluxo livre (FFS), dados necessários no cálculo do PFFS, são obtidos, respectivamente, da seção 4.7.1.2 e seção 4.7.1.4.

4.7.2.6 Capacidade

Os cálculos da capacidade total e capacidade direcional da rodovia, considerando a demanda de tráfego estimada para 2028, resultaram nas mesmas considerações e mesmos valores obtidos nos cálculos do Cenário 1, onde considerou-se a demanda de tráfego para 2018, o que foi uma coincidência, pois, mesmo com demandas de tráfego diferentes, o valor

final da capacidade total e capacidade direcional foram realizados a partir da capacidade direcional nas condições prevalentes da rodovia no sentido A-B ($C_{d, ATS (A-B)}$), a qual também resultou em valores idênticos para ambas as demandas de tráfego. O outro fator utilizado nos cálculos da capacidade total e direcional é a distribuição direcional do tráfego, a qual é a mesma para ambas as demandas de tráfego.

O valor final da capacidade total (C_{total}) e da capacidade direcional (C_d), para os segmentos homogêneos da rodovia são apresentados na Tabela 36, considerando a demanda de tráfego estimada para maio de 2028.

Tabela 36 – Capacidade total (C_{total}) e capacidade direcional (C_d), demanda de tráfego estimada para maio de 2028.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
$C_d (A-B)$	1700	1700	1700	1697	1697	1700
$C_d (B-A)$	969	999	900	1318	1367	838
C_{total}	2669	2699	2600	3015	3064	2538

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7.2.7 Nível de serviço (LOS)

Como já citado na seção anterior, o resultado dos cálculos da capacidade no Cenário 2 são os mesmos do obtidos no Cenário 1. Logo, assim como ocorreu no Cenário 1, a demanda de tráfego estimada para 2028 foi inferior a capacidade calculada para a rodovia, e isto ocorre em todos os segmentos homogêneos (SH), como é apresentado na Tabela 37.

Tabela 37 – Capacidade da rodovia comparada com a demanda de tráfego nas condições básicas de modelagem, demanda de tráfego estimada para maio de 2028.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
$C_d (A-B)$	1700	1700	1700	1697	1697	1700
$V_{d, ATS (A-B)}$	1003	973	1220	715	745	1104
C_{total}	2669	2699	2600	3015	3064	2538
$V_{ATS, total}$	1576	1546	1883	1270	1345	1651

Fonte: Elaborado pelo autor.

Logo, o nível de serviço (LOS) da Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga, de pista simples, fluxo ininterrupto e classe III, foi determinado a partir do valor calculado da porcentagem da velocidade de fluxo livre (PFFS), obtido da seção 4.7.1.5, e segundo os critérios apresentados na Tabela 1, seção 2.7.1.10. O resultado do LOS e PFFS de cada segmento homogêneo são apresentados na Tabela 38.

Tabela 38 – Nível de serviço (LOS) e percentual da velocidade de fluxo livre (PFFS), demanda de tráfego estimada para maio de 2028, sentido A-B.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
PFFS (%)	29,9%	30,2%	10,9%	43,5%	54,0%	47,7%
LOS	E	E	E	E	E	E

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7.2.8 Resultado

São apresentados a seguir os resultados dos cálculos do estudo da capacidade e nível de serviço (LOS), segundo o método HCM 2010, considerando a atual seção transversal de pista simples da Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga (SC-406), para a demanda de tráfego estimada para às horas de pico em dias de semana do mês de maio de 2028. São expressos na Tabela 39 e **Erro! Fonte de referência não encontrada.** os valores do volume de tráfego na hora pico nas condições prevalecentes (VHP), o volume de tráfego nas condições básicas de modelagem ($V_{d,ATS}$), a capacidade (C_d) e o nível de serviço (LOS), sendo tais valores indicados para seus respectivos segmentos homogêneos e sentido de trafego.

Tabela 39 – Volume horário de projeto (VHP) estimada para maio de 2028, volume de tráfego nas condições básicas ($V_{d,ATS}$), capacidade (C_d) e nível de serviço (LOS), sentido de tráfego A-B.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
VHP (pc/h)	902	895	1122	656	684	1081
$V_{d,ATS}$ (pc/h)	1003	973	1220	715	745	1104
C_d (pc/h)	1700	1700	1700	1697	1697	1700
LOS	E	E	E	E	E	E

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 40 são apresentadas as relações entre volume e capacidade (V/C) para cada segmento homogêneo.

Tabela 40 – Relação entre volume e capacidade (V/C), sentido de tráfego A-B.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
V/C	0,59	0,57	0,72	0,42	0,44	0,65

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7.3 Cenário 3: Seção transversal de pista dupla, demanda de tráfego 2028

A seguir são apresentados os resultados da sequência de cálculos do método *Highway Capacity Manual* 2010 (HCM 2010), para rodovias de fluxo ininterrupto de múltiplas faixas, para a demanda de tráfego estimada para 2028. A seção transversal de pista dupla considerada é a prevista no Plano Diretor de Florianópolis (Lei Complementar N. 482/2014, anexo C14) para a Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga.

4.7.3.1 Dados de entrada

Os dados geométricos da rodovia de pista dupla proposta são dados na Tabela 41. Os dados quanto a densidade de pontos de acesso e elevação do terreno foram obtidos através dos estudos realizados sobre a rodovia em maio de 2018, os quais encontram-se respectivamente na seção 4.4 e seção 4.6. Os dados geométricos relativos a seção transversal de pista dupla prevista para a rodovia no Plano Diretor de Florianópolis (Lei Complementar N. 482/2014, anexo C14) a qual encontra-se reproduzida na Figura 31, anexo A.

Tabela 41 – Pista dupla: dados geométricos e classe da rodovia.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
Classe da rodovia	III	III	III	III	III	III
Terreno	Plano	Plano	Plano	Plano	Plano	Plano
Densidade de pontos de acesso	46	30	26	39	28	28
Número de faixas	4	4	4	4	4	4
Largura das faixas (m)	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
Largura das faixas (pés)	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8
Desobstrução lateral (m)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Desobstrução lateral flegal(pés)	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2
Largura do canteiro central (m)	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
Largura do canteiro central (pés)	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados estimados de volume horário de projeto (VHP), referentes ao mês de maio de 2028, e o valor calculado do fator de hora

pico (PHF) são apresentados para cada segmento homogêneo (SH) são dados na Tabela 42, para o sentido de tráfego A-B, e na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, para o sentido de tráfego B-A.

Tabela 42 – Volumes Horários de Projeto (VHP) e Fatores de Hora Pico (PHF), ano 2028, sentido A-B.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
VHP	902	895	1122	656	684	1081
PHP	0,90	0,92	0,92	0,92	0,92	0,98

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7.3.2 Computo da velocidade de fluxo livre (FFS)

Segundo o HCM 2010, a velocidade de fluxo livre (FFS) ideal é a medida em campo. Porém, a FFS dada na seção 4.1.3 foi medida para a seção de pista simples atual da rodovia em estudo, logo, o resultado do mesmo não será utilizado como FFS no estudo da seção de pista dupla proposta. Como a seção de pista dupla proposta ainda não foi implantada, a velocidade de fluxo livre foi estimada através da Equação 3.10, seção 2.7.2.5, a qual parte de uma velocidade de fluxo livre básica (BFFS) ajustada por fatores determinados segundo os dados geométricos da rodovia. Os resultados dos cálculos são apresentados na Tabela 43.

O fator de ajuste para largura de faixa (f_{LW}) foi obtido na Figura 14, seção 2.7.2.5, a partir dos dados geométricos da seção proposta, dados na Tabela 41. O ajuste para desobstrução lateral (f_{LC}) foi obtido na Figura 15, seção 2.7.2.5, a partir do valor da desobstrução lateral total (TLC), a qual é calculada através da Equação 3.11, seção 2.7.2.5, que por sua vez necessita do valor da desobstrução lateral à direita (TC_R) e à esquerda (TC_L), as quais representam a distância do bordo da pista até o muro representado na Figura 31, anexo A. O ajuste para densidade de pontos de acesso (f_A) foi obtido através da Figura 16, seção 2.7.2.5, a partir dos dados da Tabela 15, seção 4.4, pois não foram encontrados indicativos de alterações nos pontos de acesso à rodovia no caso da implantação da seção de pista dupla proposta. O ajuste para tipo de divisão (f_M) foi obtido Figura 17, seção 2.7.2.5, a partir dos dados geométricos da seção proposta, dados na Tabela 41, e na Figura 31, anexo A, as quais expõe que a seção proposta possui divisão central.

A velocidade de fluxo livre básica (BFFS) adotada foi a de 56,7 milhas por hora (mi/h), que representa velocidade regulamentar de 80

quilômetros por hora (km/h) convertida na unidade padrão do HCM 2010 e acrescida de 7 mi/h, segundo os critérios da Tabela 4, seção 2.7.2.5. Na ausência de informações quanto a uma velocidade de projeto, uma velocidade regulamentar à ser adotada e/ou alguma velocidade que melhor representasse o esperado para o tráfego na rodovia após a possível implantação da seção de pista dupla prevista, foi adotada nos cálculos a velocidade regulamentar de 80 km/h pois a mesma é utilizada trechos de outras rodovias de fluxo ininterrupto, de seção de pista dupla ou não, que estão também inseridas no município de Florianópolis e que cumprem função similar à rodovia em estudo, como é o caso das rodovias SC-401 e SC-405. Considerando os fatores de ajuste segundo os dados geométricos da rodovia, e ainda aplicando os critérios de arredondamento da Tabela 2, seção 2.7.2.1, a velocidade de 80 km/h representa a menor velocidade regulamentar, dentre as usualmente adotadas em rodovias similares à rodovia em estudo, que resulte em uma FFS aceita pela modelagem do HCM 2010 para rodovias de múltiplas faixas, pois, segundo o Quadro 9, seção 2.7.2.1, a modelagem utilizada abrange apenas FFS entre 45 mi/h e 60 mi/h.

Tabela 43 – Velocidade de fluxo livre estimada (FFS), velocidade de fluxo livre básica adotada (BFFS) e fatores de ajuste utilizados.

Trecho	SH1	SH2	SH3	Sh4	SH5	SH6
BFFS (mi/h)	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7
f_{LW}	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
f_{LC}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
f_M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
f_A	10,0	7,5	6,5	9,8	7,0	7,0
FFS (mi/h)	44,8	47,3	48,3	45,0	47,8	47,8

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7.3.3 Seleção da curva de velocidade de fluxo livre (FFS)

A curva da velocidade de fluxo livre (FFS) de 45 mi/h foi selecionada para todos os segmentos homogêneos a partir do valor da FFS estimada na seção 4.7.3.2, e expressa Tabela 43 da mesma seção, pois, mesmo que o valor da FFS estimada não seja a mesma para cada segmento homogêneo, após o arredondado para múltiplos de 5 mi/h, conforme os

critérios de arredondamento da Tabela 2, seção 2.7.2.1, a FFS resultante para cada segmento homogêneo é apresentada na Tabela 44.

Tabela 44 – Velocidade de fluxo livre (FFS) resultante para cada segmento homogêneo.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
FFS (mi./h)	45,0	45,0	50,0	45,0	50,0	50,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7.3.4 Ajuste do volume de demanda

O volume de tráfego nas condições básicas (v_p), e dos fatores necessários para o cálculo, são apresentados na Tabela 45, considerando a demanda de tráfego estimada para maio de 2028. O volume de tráfego nas condições básicas (V_p) foi calculada através da Equação 3.12, seção 2.7.2.7.

Os valores do volume de tráfego nas condições prevalecentes (V), o fator de hora pico (PHF) e o número de faixas (N) já foram dados na seção 4.7.3.1, sendo que V é igual ao VHP.

Tabela 45 – Volume de tráfego nas condições básicas (V_p), demanda de tráfego estimada para maio de 2028, sentido A-B.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
VHP	902	895	1122	656	684	1081
PHF	0,9	0,92	0,92	0,92	0,92	0,98
N	2	2	2	2	2	2
f_p	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Pt	1,8%	2,0%	2,1%	1,9%	2,0%	2,2%
Pr	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Et	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Er	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
f_{HV}	0,991	0,990	0,990	0,991	0,990	0,989
V_p (pc/h/ln)	506	492	616	360	376	558

Fonte: Elaborado pelo autor.

O valor do ajuste para veículos pesados (f_{HV}) foi calculado através da Equação 3.13, seção 2.7.2.7. As proporções de caminhões e ônibus (Pt) e de veículos recreativos (Pr) foram obtidos do estudo do tráfego da via realizado em maio de 2018. Os equivalentes em carros de passeio para caminhões e ônibus (Et) e para veículos recreativos (Er) são obtidos da Figura 18, seção 2.7.2.7, para o caso de rodovia em terreno plano.

O ajuste de ajuste para motoristas atípicos (f_p) utilizado foi igual à 1,0, pois não foram encontradas evidências de que os motoristas da rodovia não são motoristas costumeiros. Mesmo considerando que a rodovia esteja inserida em uma cidade com forte apelo turístico, e que a via seja faça parte de uma importante rota de acesso à pontos turístico de Florianópolis, como por exemplo a Lagoa da Conceição, o estudo em questão não refere-se a dias de final de semana ou períodos do ano considerado de alta temporada para turismo.

4.7.3.5 Capacidade

A capacidade foi obtida através da Tabela 3, seção 2.7.2.2, considerando a velocidade de fluxo livre (FFS) de 45 mi/h, resultando na capacidade (C_d) de 1900 carros de passeio por hora por faixa da rodovia (pc/h/lv), em todos os segmentos homogêneos. O volume de tráfego nas condições básicas é menor que a capacidade estimada, independente do sentido de tráfego considerado, e em todos os segmentos homogêneos.

4.7.3.6 Estimando a velocidade e a densidade

A densidade (D) foi calculada através da Equação 3.14, seção 2.7.2.9. O valor do volume de tráfego nas condições básicas (V_p) foi obtido da seção 4.7.3.4. O valor da velocidade operacional para o nível de demanda (S) foi estimada através das relações expressas na Figura 11, seção 2.7.2.1, considerando que $V_p \leq 1400$ veículos de passeio por hora por faixa, logo, para a FFS de 45 mi/h foi obtida a velocidade operacional para o nível de demanda (S) igual a 45 mi/h. Os resultados são apresentados na Tabela 46.

Tabela 46 – Densidade (D), velocidade operacional para o nível de demanda (S) e volume de tráfego nas condições básicas (V_p), sentido A-B.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
V_p (pc/h/ln)	506	492	616	360	376	558
S (mi/h)	45	45	50	45	50	50
D (pc/mi/ln)	11,2	10,9	12,3	8,0	7,5	11,2

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7.3.7 Nível de Serviço (LOS)

O nível de serviço (LOS) para a seção de pista dupla, prevista no Plano Diretor de Florianópolis para a Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga, foi determinado através da Figura 12, seção 2.7.2.3, a partir do valor calculado da densidade (D), obtido da seção 4.7.3.6. O resultado do nível de serviço (LOS) e densidade (D) de cada segmento homogêneo são apresentados na Tabela 47.

Tabela 47 – Nível de serviço (LOS) e densidade (D), sentido A-B.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
D (pc/mi/ln)	11,2	10,9	12,3	8,0	7,5	11,2
LOS	B	A	B	A	A	B

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7.3.8 Resultado

São apresentados a seguir os resultados dos cálculos do estudo da capacidade e nível de serviço (LOS), segundo o método HCM 2010, considerando a seção transversal de pista dupla prevista no Plano Diretor de Florianópolis (Lei Complementar N. 482/2014, anexo C14) para a Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga (SC-406), a partir da demanda de tráfego estimada para às horas de pico em dias de semana do mês de maio de 2028. São expressos na Tabela 48 e **Erro! Fonte de referência não encontrada.** os valores do volume de tráfego na hora pico nas condições prevalecentes (VHP), o volume de tráfego nas condições básicas de modelagem (V_p), a capacidade (C_d) e o nível de serviço (LOS), sendo tais valores indicados para seus respectivos segmentos homogêneos e sentido de tráfego.

Tabela 48 – Volume horário de projeto (VHP) estimada para maio de 2028, volume de tráfego nas condições básicas (V_p), capacidade (C_d) e nível de serviço (LOS), sentido do tráfego A-B.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
VHP (pc/h)	902	895	1122	656	684	1081
V_p (pc/h/ln)	506	492	616	360	376	558
C_d (pc/h/ln)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
LOS	B	A	B	A	A	B

Fonte: Elaborado pelo autor.

5 CONCLUSÃO

Os resultados dos cálculos de capacidade e nível de serviço, segundo os critérios do *Highway Capacity Manual* 2010 (HCM 2010), para a demanda de tráfego nos horários de pico em dias de semana do mês de maio de 2018, demonstram que a Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga (SC-406), enquanto rodovia de fluxo ininterrupto, já opera com uma qualidade de tráfego baixa, alcançando o nível de serviço “E” em todos os segmentos homogêneos propostos. Quando a demanda de tráfego é projetada, para 2028, também para o horário de pico em dias de semana do mês de maio, a baixa qualidade permanece, o que já era esperado, pois a demanda de tráfego para 2028 é maior que a demanda para 2018, no mesmo período considerado, e por isso a taxa de crescimento aplicada, de 0,70% ao ano, é positiva. Porém, em nenhuma das hipóteses de tráfego estudadas a capacidade é alcançada pela demanda, muito pelo contrário, a relação V/C atinge valores equivalentes ao esperado em níveis de serviço “B” e “C”. Levando-se em consideração os resultados obtidos, e também o que foi observado ao longo das semanas de visitas a rodovia, o provável principal fator que empobrece a qualidade de tráfego na rodovia é a dificuldade de desenvolver uma velocidade de fluxo livre mais condizente com uma rodovia de fluxo ininterrupto. É necessária uma análise mais aprofundada da infraestrutura da rodovia no intuito de identificar os possíveis fatores que impedem uma melhor qualidade de uso da rodovia, enquanto via de fluxo ininterrupto. Por observação, considero que a grande quantidade de lombadas, faixas de pedestres e pontos de acesso encontrados ao longo da rodovia podem ser alguns dos fatores limitantes da qualidade de uso da rodovia estudada, logo estes poderiam ser bons pontos de partida para um estudo complementar a este trabalho.

No caso da seção transversal de pista dupla do Plano Diretor de Florianópolis (Lei Complementar N. 482/2014, anexo C14), prevista para a Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga, e também com a demanda de tráfego estimada para as horas de pico em dias de semana do mês de maio de 2028, os resultados demonstraram que a rodovia iria operar com uma excelente qualidade em todos os segmentos homogêneos propostos, com os níveis de serviço calculados variando entre “A” e “B”. A capacidade também não é alcançada pela demanda, o que é esperado para os níveis de serviço encontrados nos cálculos. A implantação da seção de pista dupla prevista para a rodovia traria uma melhora significativa na qualidade de tráfego na mesma, porém, deve-se levar em consideração os custos e/ou o tempo da implantação de uma melhoria de tal porte.

Durante a pesquisa de tráfego realizada, foram registrados também o volume de tráfego de bicicletas, o qual representa cerca de 4% do volume total de veículos da pesquisa realizada. Porém, o volume de bicicletas não foi considerado nos estudos ao longo do trabalho, e isto ocorreu devido ao tráfego de bicicletas ocorrer predominantemente nos acostamentos da rodovia e passeios adjacentes, e apesar do HCM 2010 possuir metodologia específica para calcular a capacidade e nível de serviço para o tráfego de bicicletas, tal metodologia foge ao escopo deste trabalho. Logo, deixo como segunda sugestão de trabalho futuro o estudo da ciclofaixa prevista na mesma seção transversal de pista dupla utilizada ao longo deste trabalho, utilizando da citada demanda de tráfego de bicicletas da pesquisa. Os dados de tráfego com bicicletas encontram-se na Tabela 49, apêndice B.

Outras sugestões de trabalhos futuros para a rodovia são: o estudo do tráfego na rodovia no período de verão, alta temporada, o qual é provavelmente o período de maior demanda no ano; realização de pesquisa Origem/Destino para estudar a influência do tráfego local no tráfego de passagem da rodovia; estudo da intersecção com a Av. Campeche e da intersecção com a rua Pau de Canela; e ainda, sugiro o estudo das alterações no tráfego na rodovia após a conclusão das obras do elevado do Rio Tavares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DNIT/IPR. *Manual de estudos de tráfego*. Rio de Janeiro, 2006. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Publicação IPR - 723. 384 p.

DNER. *Manual de projeto geométrico de rodovias rurais*. Rio de Janeiro, 1999. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico, Divisão de Capacitação Tecnológica. Publicação IPR – 706. 195 p.

TRB. *HCM 2010 - Highway Capacity Manual 2010*. 5th ed. [S.l.], Transportation Research Board, 2010.

VALENTE, A. M. *Informações práticas para realização de Estudos de Tráfego em Projetos de Engenharia Rodoviária*. [S.l.], 1994.

IBAM. Instituto Brasileiro de Administração Municipal. *Plano de Ação Florianópolis Sustentável*. Florianópolis, 2015. 265 p.

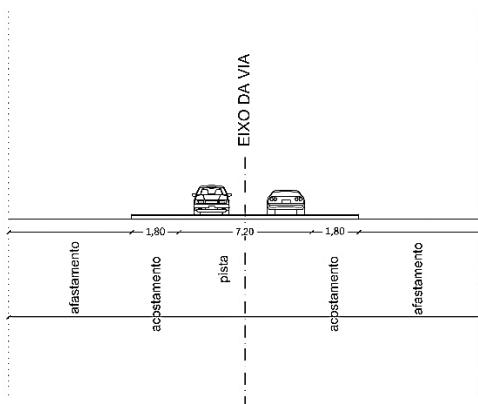
PMF. Prefeitura Municipal de Florianópolis. *Lei Complementar N. 482/2014: Plano Diretor de Florianópolis*. Florianópolis, 2014.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 14724: Informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação*. Rio de Janeiro, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Normas de apresentação tabular*. 3ª ed. Rio de Janeiro, 1993. 60 p.

APÊNDICE A – SEÇÃO TRANSVERSAL ATUAL

Figura 29 – Seção transversal atual da via



Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE B – VOLUMES DE TRÁFEGO COM BICICLETAS

Tabela 49 – Resultados da contagem volumétrica de tráfego para o horário de pico, incluindo bicicletas.

Trecho	SH1	SH2	SH3	SH4	SH5	SH6
VHP	1373	1368	1682	1132	1196	1558
PHF	0,90	0,92	0,92	0,92	0,92	0,98
A-B ¹	63,7%	63,0%	65,4%	56,3%	55,4%	67,0%
B-A ²	36,3%	37,0%	34,6%	43,7%	44,6%	33,0%
Carros/Motos	94,4%	95,1%	93,9%	94,3%	94,3%	94,5%
Ônibus/Caminhões	1,7%	1,9%	2,0%	1,9%	2,0%	2,2%
Bicicletas	4,0%	3,1%	4,3%	4,1%	3,9%	3,5%

1. Tráfego no sentido A-B (Lagoa da Conceição - Sul da Ilha).

2. Tráfego no sentido B-A (Sul da Ilha - Lagoa da Conceição).

Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE C – FICHA DE CONTAGEM DE TRÁFEGO

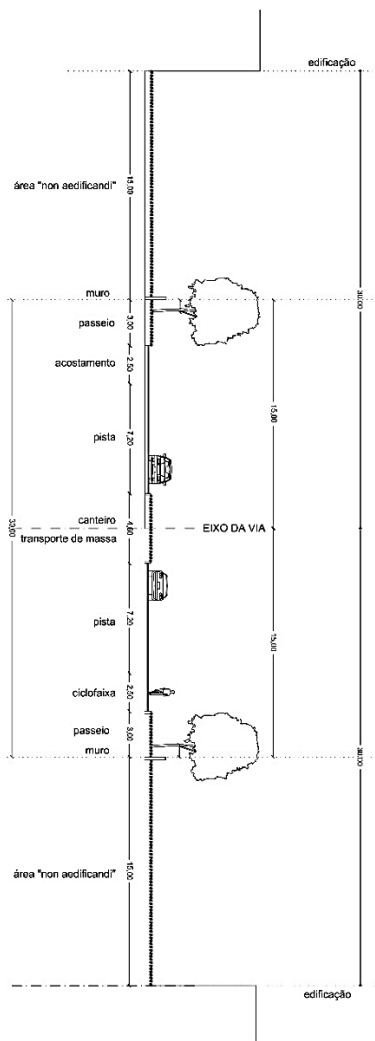
Figura 30 – Ficha de contagem de tráfego utilizada na pesquisa.

Posto de Contagem: Localização: Data:		Carros		Motos		Ônibus		Caminhões		Bicicletas		Não Classificados	
		A-B	B-A	A-B	B-A	A-B	B-A	A-B	B-A	A-B	B-A	A-B	B-A
Período	18h00	18h15											
	18h15	18h30											
	18h30	18h45											
	18h45	19h00											
		Observações:											

Fonte: Elaborado pelo autor.

ANEXO A – SEÇÃO TRANSVERSAL PREVISTA

Figura 31 – Seção transversal de pista dupla prevista.



Fonte: Anexo C14 da Lei Complementar N. 482: Plano Diretor de Florianópolis

ANEXO B – DADOS DE TRÁFEGO DO DEINFRA

Dados de tráfego realizada na rodovia no mês de maio de 2013.
Dados fornecidos pelo DEINFRA.

Tabela 50 – Volumes Médios Horários por Dia da Semana.

Dia da semana	Período (h)					
	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06
Dom	595	388	298	282	254	140
Seg	186	78	64	46	39	75
Ter	165	60	36	23	29	66
Qua	176	74	42	36	24	53
Qui	190	83	44	36	29	59
Sex	240	128	83	60	56	65
Sáb	481	315	241	205	153	142
	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12
Dom	135	180	248	473	699	835
Seg	348	955	903	830	821	870
Ter	319	979	1.001	880	807	908
Qua	313	895	1.011	797	767	875
Qui	316	913	1.007	846	793	887
Sex	297	914	1.016	799	776	911
Sáb	185	418	672	759	855	904
	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
Dom	1.059	1.078	1.077	919	985	1.022
Seg	1.001	1.193	1.006	902	876	1.200
Ter	1.021	1.054	859	862	903	1.167
Qua	997	1.038	914	834	895	1.150
Qui	990	1.020	936	850	923	1.169
Sex	1.065	1.042	907	948	988	1.215
Sáb	925	984	934	1.069	1.072	995
	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
Dom	1.022	805	692	555	326	244
Seg	1.336	1.065	749	538	420	273
Ter	1.342	1.044	799	532	468	349
Qua	1.284	1.036	718	555	475	236
Qui	1.315	1.033	765	558	483	346
Sex	1.314	1.090	836	746	690	570
Sáb	1.060	1.007	864	669	675	654

Fonte: DEINFRA.

Tabela 51 – Volumes Diários de Tráfego: Carros de Passeio e Caminhões.

Data	Dia da semana	Nº Veículos / 24 horas					
		Carros Passeio			Caminhões		
		A-B	B-A	Total	A-B	B-A	Total
01/05/2013	Qua	5.524	5.811	11.335	193	241	434
02/05/2013	Qui	6.041	6.254	12.295	199	295	494
03/05/2013	Sex	6.384	6.205	12.589	176	226	402
04/05/2013	Sáb	6.162	6.657	12.819	114	168	282
05/05/2013	Dom	5.761	6.062	11.823	69	104	173
06/05/2013	Seg	6.324	6.018	12.342	237	228	465
07/05/2013	Ter	6.063	6.181	12.244	231	278	509
08/05/2013	Qua	5.997	6.052	12.049	229	271	500
09/05/2013	Qui	5.523	5.809	11.332	193	241	434
10/05/2013	Sex	6.713	7.080	13.793	206	241	447
11/05/2013	Sáb	6.535	6.660	13.195	107	188	295
12/05/2013	Dom	5.748	6.191	11.939	65	134	199
13/05/2013	Seg	6.233	5.891	12.124	223	244	467
14/05/2013	Ter	6.642	6.147	12.789	223	251	474
15/05/2013	Qua	5.362	5.692	11.054	171	225	396
16/05/2013	Qui	5.643	5.962	11.605	241	294	535
17/05/2013	Sex	6.503	6.357	12.860	226	260	486
18/05/2013	Sáb	6.109	6.587	12.696	110	163	273
19/05/2013	Dom	6.838	5.966	12.804	69	124	193
20/05/2013	Seg	6.294	5.973	12.267	215	229	444
21/05/2013	Ter	5.960	6.141	12.101	180	263	443
22/05/2013	Qua	6.260	5.900	12.160	312	286	598
23/05/2013	Qui	5.631	5.965	11.596	241	294	535
24/05/2013	Sex	6.829	6.691	13.520	226	279	505
25/05/2013	Sáb	6.103	6.583	12.686	110	163	273
26/05/2013	Dom	5.810	6.096	11.906	72	115	187
27/05/2013	Seg	6.123	5.849	11.972	222	217	439
28/05/2013	Ter	5.635	5.967	11.602	241	294	535
29/05/2013	Qua	6.027	6.053	12.080	223	254	477
30/05/2013	Qui	6.257	5.896	12.153	312	286	598

Fonte: DEINFRA

Tabela 52 – Volumes Diários de Tráfego: Semi-Reboques e Veículos Especiais.

Data	Dia da semana	Nº Veículos / 24 horas					
		Semi-reboques			Veíc. Especiais		
		A-B	B-A	Total	A-B	B-A	Total
01/05/2013	Qua	2	10	12	0	1	1
02/05/2013	Qui	3	8	11	0	2	2
03/05/2013	Sex	3	7	10	0	0	0
04/05/2013	Sáb	0	11	11	0	1	1
05/05/2013	Dom	1	7	8	0	0	0
06/05/2013	Seg	0	4	4	0	1	1
07/05/2013	Ter	1	13	14	0	3	3
08/05/2013	Qua	2	10	12	1	2	3
09/05/2013	Qui	2	10	12	0	1	1
10/05/2013	Sex	2	8	10	0	0	0
11/05/2013	Sáb	0	10	10	0	1	1
12/05/2013	Dom	1	8	9	0	0	0
13/05/2013	Seg	0	4	4	0	1	1
14/05/2013	Ter	1	14	15	0	1	1
15/05/2013	Qua	2	10	12	0	1	1
16/05/2013	Qui	2	10	12	0	1	1
17/05/2013	Sex	2	7	9	0	0	0
18/05/2013	Sáb	0	10	10	0	1	1
19/05/2013	Dom	2	8	10	0	0	0
20/05/2013	Seg	0	4	4	0	1	1
21/05/2013	Ter	3	8	11	0	2	2
22/05/2013	Qua	4	11	15	3	2	5
23/05/2013	Qui	2	10	12	0	1	1
24/05/2013	Sex	2	7	9	0	0	0
25/05/2013	Sáb	0	10	10	0	1	1
26/05/2013	Dom	1	9	10	0	0	0
27/05/2013	Seg	0	4	4	0	1	1
28/05/2013	Ter	2	10	12	0	1	1
29/05/2013	Qua	2	10	12	1	2	3
30/05/2013	Qui	4	11	15	3	2	5

Fonte: DEINFRA

Tabela 53 – Volumes Diários de Tráfego: Motos/Outros e Total Geral.

Data	Dia da semana	Nº Veículos / 24 horas					
		Motos/Outros			Total Geral		
		A-B	B-A	Total	A-B	B-A	Total
01/05/2013	Qua	2.214	1.194	3.408	7.933	7.257	15.190
02/05/2013	Qui	2.087	1.090	3.177	8.330	7.649	15.979
03/05/2013	Sex	1.800	1.147	2.947	8.363	7.585	15.948
04/05/2013	Sáb	2.044	1.299	3.343	8.320	8.136	16.456
05/05/2013	Dom	1.347	847	2.194	7.178	7.020	14.198
06/05/2013	Seg	1.847	1.314	3.161	8.408	7.565	15.973
07/05/2013	Ter	1.810	1.028	2.838	8.105	7.503	15.608
08/05/2013	Qua	1.651	908	2.559	7.880	7.243	15.123
09/05/2013	Qui	2.209	1.193	3.402	7.927	7.254	15.181
10/05/2013	Sex	2.305	1.167	3.472	9.226	8.496	17.722
11/05/2013	Sáb	1.288	991	2.279	7.930	7.850	15.780
12/05/2013	Dom	1.572	665	2.237	7.386	6.998	14.384
13/05/2013	Seg	1.914	1.409	3.323	8.370	7.549	15.919
14/05/2013	Ter	1.312	1.129	2.441	8.178	7.542	15.720
15/05/2013	Qua	2.257	1.237	3.494	7.792	7.165	14.957
16/05/2013	Qui	2.253	1.209	3.462	8.139	7.476	15.615
17/05/2013	Sex	1.837	1.159	2.996	8.568	7.783	16.351
18/05/2013	Sáb	2.063	1.308	3.371	8.282	8.069	16.351
19/05/2013	Dom	475	854	1.329	7.384	6.952	14.336
20/05/2013	Seg	1.861	1.334	3.195	8.370	7.541	15.911
21/05/2013	Ter	2.100	1.077	3.177	8.243	7.491	15.734
22/05/2013	Qua	1.589	1.203	2.792	8.168	7.402	15.570
23/05/2013	Qui	2.253	1.208	3.461	8.127	7.478	15.605
24/05/2013	Sex	1.781	1.155	2.936	8.838	8.132	16.970
25/05/2013	Sáb	2.062	1.307	3.369	8.275	8.064	16.339
26/05/2013	Dom	1.353	845	2.198	7.236	7.065	14.301
27/05/2013	Seg	1.645	1.219	2.864	7.990	7.290	15.280
28/05/2013	Ter	2.254	1.208	3.462	8.132	7.480	15.612
29/05/2013	Qua	1.633	922	2.555	7.886	7.241	15.127
30/05/2013	Qui	1.589	1.203	2.792	8.165	7.398	15.563

Fonte: DEINFRA

Tabela 54 – Volume Médio Diário em dias de semana (VMDd).

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	VMDd
14.311	15.774	15.673	15.195	15.591	16.756	16.238	15.648

Fonte: DEINFRA

Tabela 55 – Volumes Médios Diários Anuais e sua Composição.

VMDA (Vpd) / Composição (%)					
Motos/Outros	Carros de passeio	Caminhões	Semi-reboques	Veíc. Especiais	Total
3196	12754	413	16	4	16383
19,61	77,85	2,52	0,10	0,02	100

Fonte: DEINFRA

Tabela 56 – Informações Básicas do Posto de Coleta de Dados de Tráfego.

ID do Posto	Tipo de Coleta	Tipo do Equip. Previsto		
E406010	Temporário	MO		
Sigla	Trecho	Ext. (Km)	Tipo de Revest.	Nº de Faixas
SC406	Entr. SC-405 (Rio Tavares) - Pântano do Sul	9,315	CAUQ	02
Km	Complementares		N	E
37,999	À 4,6 km da ponte sobre a Lagoa. De frente à residência nº 610, localidade Morro das Pedras, lado oeste da via.		6932441	745568
SDR		Entidade Fornecedora de Energia	Jurisdição do Local	
SDR-GRANDEPOLIS		CELESC-ARFLO	Estadual	

Fonte: DEINFRA